

# **Duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium**

**beleidsonderzoek naar de rol van een  
milieumanagementsysteem in het reduceren van  
energie en chemicaliëngebruik**

**Tim C. Thys, BSc**

**Afstudeeropdracht Master of Science-opleiding  
Milieu-natuurwetenschappen  
Juli 2011**





## **Colofon**

**Tim C. Thys**  
Strawinskylaan 6  
2960 Brecht  
België

OU-studentnummer 850021153

E-mail: tthys@telenet.be

**Afstudeeropdracht N94310**  
Master of Science opleiding Milieu-natuurwetenschappen

Titel:  
Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie  
en chemicaliëngebruik

Open Universiteit Nederland  
Faculteit Natuurwetenschappen  
Valkenburgerweg 177  
6419 AT Heerlen  
Website: <http://www.ou.nl>

Figuur omslag en logo: © TLR International Laboratories - analysecertificaat

© Open Universiteit Nederland 2011. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced without the written permission of the copyright holder or the author.





**Duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium**

**beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem  
in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik**

**Sustainability in the chemical laboratory**

**policy research on the role of an environmental management  
system in reducing energy and the usage of chemicals**



## Voorwoord

In mei 2005 besloot ik, tot verrassing van velen in mijn directe omgeving, opnieuw te gaan studeren. Het werd niet zomaar een los cursusje hier en daar, maar een volwaardig diploma-traject aan de toen voor mij nog onbekende Open Universiteit Nederland.

Na 5 jaar mag ik terugblikken op een uiterst boeiende periode: niet alleen werd mijn kennis en inzicht over milieuthema's aanzienlijk vergroot, maar ook de meer kritische wijze waarop ik tegen de dingen aankijk, is een openbaring gebleken, zowel tijdens m'n job als in het leven van elke dag.

Het was ook een hectische en uitdagende tijd, zeker omdat de studie moest gecombineerd worden met een baan die alsmaar drukker wordt. Toch heb ik de combinatie van werk en studie veeleer als een stimulans gezien dan als een barrière, net omdat beiden elkaar prima aanvulden. Dit afstudeeronderzoek vormt het sluitstuk van de studie. Dat de lat aan de Open Universiteit erg hoog wordt gelegd, werd duidelijk tijdens de afgelopen twee jaar, waarin ik onderzoek deed naar de mogelijkheden van duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium.

Mijn onderzoek werd op zeer deskundige wijze begeleid door de afstudeercommissie, bestaande uit:

drs. Cobi de Blécourt-Maas, voorzitter en examinerator,

universitair docent, faculteit Milieu-natuurwetenschappen Open Universiteit Nederland

drs. Pieter Geluk, secretaris,

afstudeer coördinator, faculteit Milieu-natuurwetenschappen, Open Universiteit Nederland

dr. Frank Van Belleghem, lid en plaatsvervangend examinerator,

universitair docent, faculteit Milieu-natuurwetenschappen, Open Universiteit Nederland

de heer Henk Kikkert, externe referent,

directeur TLR International Laboratories

Bij het afronden van een intensieve studie van 5 jaar, is een dankwoord gepast:

In de eerste plaats aan bovengenoemde leden van de afstudeercommissie: zowel Cobi als Frank gaven me gefundeerde kritiek en waardevolle adviezen om dit onderzoek tot een goed einde te brengen.

Dank aan mijn werkgever, de Peterson Control Union Group, die in mijn capaciteiten geloofde en mij de faciliteiten aanreikte om de studies en het afstudeeronderzoek uit te voeren;

Tevens dank aan de heer Henk Kikkert, directeur bij de Peterson Control Union Group en bij TLR International Laboratories, die de voortgang van mijn afstudeeronderzoek begeleidde en bijstuurde waar nodig; aan de heer Gijs Van der Lee, directeur en duurzaamheidsmanager bij de Peterson Control Union Group en aan ing. Gerard Franken, R&D manager bij TLR, die als één van de experts uitgebreid de tijd nam om de onderzoekenquête in te vullen en advies te geven.

Uiteraard wil ik ook al mijn 'trouwe supporters' bedanken: de burens, vrienden, familieleden, broers en schoonzussen, schoonouders en mijn ouders voor de interesse, steun en schouderklopjes. Last but not least, dank aan mijn echtgenoot Sam, die mij steeds volop steunde, mij rustig liet studeren wanneer nodig en ook geduldig fungeerde als klankbord, wanneer ik ter voorbereiding van een examen mijn kennis weer eens etaleerde.

Brecht, 13 juli 2011,  
Tim Thys



# Inhoudsopgave

Colofon

Voorwoord

Inhoudsopgave

Samenvatting / summary

Afkortingen

<b>1. Inleiding</b>	1
1.1. Duurzaam ondernemen en het Triple P concept	1
1.1.1 'People'	
1.1.2 'Planet'	
1.1.3 'Profit'	
1.2. Waardecreatie door duurzaam ondernemen	3
1.3. Wet- en regelgeving	4
1.4. Bedrijfsprocessen en managementsystemen	4
1.5. Certificering van kwaliteitssystemen	5
1.6. Normen voor managementsystemen	6
1.6.1. ISO 14001	
1.6.2. EMAS	
1.6.3. ISO 9001	
1.6.4. Oriëntatie op milieumanagement	
1.7. TLR International Laboratories: casusbeschrijving en verder onderzoek	7
1.7.1. Bedrijfsschets	
1.7.2. Onderzoekskader	
<b>2. Probleem- en vraagstelling</b>	9
2.1. Probleemstelling	9
2.2. Doelstelling	
2.3. Vraagstelling	9
<b>3. Methode van onderzoek</b>	11
3.1. Literatuurstudie	11
3.1.1 Wetenschappelijke literatuur	
3.1.2 Milieuwetgeving	
3.2. Praktijkcasus: TLR International Laboratories	11
3.3. Bevragen van deskundigen over knelpunten en oplossingen	12
3.4. Inperkingen van het onderzoek	12
<b>4. Wet- en regelgeving voor het chemisch laboratorium</b>	13
4.1. Inleiding	13
4.2. Hinderwet en Wet milieubeheer	13
4.2.1 Historische schets van de milieuwetgeving in Nederland	
4.2.2 de structuur van de Wet milieubeheer	
4.3. Europese milieuregelgeving	14
4.4. Milieuwet- en regelgeving in het chemische laboratorium	15
4.4.1. Milieuwetgeving	
4.4.2 Vergunningverlening en handhaving van milieuwetgeving	
4.5. Overige wet- en regelgeving in het chemische laboratorium	18

<b>5. Milieumanagement in laboratoria</b>	19
5.1. Inleiding	19
5.2 Coördinatie van werkzaamheden binnen bedrijven	19
5.2.1. Algemene kenmerken	
5.2.2 Coördinatie van werkzaamheden in het laboratorium	
5.3. Actoren	20
5.3.1. De bedrijfsstructuur: algemene kenmerken	
5.3.2 De bedrijfsstructuur in laboratoria: de machinebureaucratie	
5.3.3. De bedrijfscultuur: algemene kenmerken	
5.3.4 De bedrijfscultuur in laboratoria: respect-voor-regels	
5.4 Bedrijfsmissie en strategische doelstellingen	21
5.4.1. De bedrijfsmissie	
5.4.2. Strategische doelstellingen: marktgericht, financieel en maatschappelijk.	
5.4.3 Strategische doelstellingen voor het laboratorium	
5.5. Milieumanagementsystemen: kenmerken	22
5.5.1 Hoofdelementen	
5.5.2. ISO 14001: Milieumanagementsystemen: eisen met richtlijnen voor gebruik	
5.6. Integratie van een milieumanagementsysteem bij laboratoria	25
5.6.1. Kwaliteits-, arbo- en milieumanagementsystemen (KAM)	
5.6.2. Raakvlakken en verschillen tussen ISO 17025, ISO 9001 en ISO 14001	
5.6.3. Integratie van ISO 17025 en ISO 14001: aanpak	
<b>6. Duurzaam ondernemen in laboratoria</b>	27
6.1. Inleiding	27
6.2. Het veranderingsproces naar duurzaam ondernemen	27
6.3. Betekenis van duurzaam ondernemen voor het chemische laboratorium	28
6.3.1 Waardecreatie door duurzaam ondernemen	
6.3.2. Introduceren van duurzaam ondernemen	
6.3.3 Duurzaam ondernemen en de koppeling naar milieumanagement	
6.4. Criteria voor duurzaam ondernemen	31
6.4.1. Criteria voor duurzaam ondernemen in het laboratorium	
6.4.2 Energiegebruik als criterium voor duurzaam ondernemen.	
6.4.3 Reductie van chemisch afval als criterium voor duurzaam ondernemen	
6.5. Knelpunten voor duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium	34
6.5.1 Knelpunten t.a.v. energiegebruik	
6.5.2 Knelpunten t.a.v. chemicaliëngebruik	
6.6. Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium: voorlopige conclusies	36

<b>7. Casusonderzoek: TLR International Laboratories</b>	39
7.1. Inleiding	39
7.2. TLR International Laboratories	39
7.2.1 Beschrijving van de organisatie	
7.2.2 Directiebeleid ten aanzien van duurzaam ondernemen binnen TLR.	
7.3. Duurzaamheidsaspecten binnen TLR International Laboratories	40
7.3.1 Milieuwetgeving als uitgangspunt voor verduurzamen van de activiteiten	
7.3.2 Analyse van de beschikkingen op duurzaamheidsaspecten: de beschikkingen volgens de	
7.4. Knelpunten aangaande duurzaamheid binnen TLR.	47
7.4.1 Knelpunten uit de literatuurstudie in relatie tot de situatie bij TLR	
7.4.2. Uitwerking van de knelpunten	
7.5. Voorlopige conclusie	47
7.5.1. Wetgeving en duurzame ontwikkeling	
7.5.2 Energie- en chemicaliëngebruik en duurzame ontwikkeling	
7.5.3. Milieumanagement en duurzame ontwikkeling	
<b>8. Energieverbruik van TLR International Laboratories</b>	49
8.1. Inleiding	49
8.2. Factoren die bijdragen aan het energieverbruik van TLR	49
8.2.1. Elektriciteit: historisch elektriciteitsgebruik bij TLR	
8.2.2. Inventarisatie van het elektriciteitsverbruik	
8.2.3 Aandeel in het elektriciteitsverbruik per gebruikerstype.	
8.2.4 Aandeel in het elektriciteitsverbruik per afdeling.	
8.2.5 Aardgas: historisch aardgasverbruik bij TLR.	
8.2.6. Aandeel primaire energie m.b.t. elektriciteit en aardgas	
8.3. Factoren die invloed hebben op de duurzaamheidskenmerken van de apparatuur.	53
8.3.1 Apparatuur voor verhitten en verassen.	
8.3.2 Chromatografische apparatuur voor analyses op de afdeling Organische chemie	
8.3.3 Apparatuur voor malen, drogen en Soxhlet-extractie	
8.3.4. Apparatuur voor conditioneren van recipiënten bij een constante temperatuur	
8.3.5 Onduurzaamheidskenmerken apparatuur TLR	
8.4. Knelpunten m.b.t. duurzaam energiegebruik	54
8.4.1. Warmtevraag, eigen aan soort van analyse	
8.4.2. Beperkte keuzevrijheid leveranciers	
8.4.3. Voorgeschreven analysemethoden	
8.4.4. Wetgeving ten aanzien van accommodatie en infrastructuur	
8.5. Verbeteropties voor een duurzaam energiegebruik bij TLR	55
8.5.1. Reeds genomen maatregelen om het energieverbruik te reduceren	
8.5.2 Potentiële maatregelen om het energieverbruik te reduceren	
8.6 Voorlopige conclusies	59

<b>9. Chemicaliëngebruik bij TLR International Laboratories</b>	61
9.1. Inleiding	61
9.2. Factoren, die bijdragen aan de hoeveelheid chemische afval	61
9.2.1 Gebruik van chemische stoffen bij TLR	
9.2.2 Chemische afval bij TLR	
9.2.3 Belasting van chemisch afval en impact per afdeling	
9.3. Mogelijkheden tot duurzame ontwikkeling van het chemicaliëngebruik bij TLR	67
9.3.1 Milieubelasting door TLR per milieucompartiment	
9.3.2 Chemicaliënbeheer en afvalstromen	
9.3.3 Alternatieven voor het gebruik van chemicaliën tijdens het analyseproces bij TLR	
9.4. Knelpunten voor duurzame ontwikkeling van het chemicaliëngebruik	70
9.4.1. Voorgeschreven analyseprotocollen laten weinig keuzevrijheid	
9.4.2. Apparatuur gericht op analyserend vermogen, niet op eco-efficiëntie	
9.4.3. Moeilijke integratie van extractiealternatieven met bestaande systemen.	
9.5 Voorlopige conclusies en aanbevelingen	72
9.5.1. Voorlopige conclusies	
9.5.2 Aanbevelingen	
<b>10. Resultaten van de enquête</b>	73
10.1 Inleiding	73
10.2. Opzet van de enquête	73
10.3. Resultaten van de enquête	74
<b>11. Discussie</b>	79
11.1. Inleiding	79
11.2. Discussie	79
<b>12. Conclusies</b>	83
<b>13. Aanbevelingen</b>	85
<b>14. Literatuur</b>	87

## BIJLAGEN

Bijlage 1:	Organisatiestructuur TLR
Bijlage 2:	Hoofdstukken van de Wet milieubeheer (Wm)
Bijlage 3:	Bedrijfsstructuur en –cultuur
Bijlage 4:	ISO 14001:2004 - Environmental management systems: Requirements with guidance for use
Bijlage 5:	Integratie en raakvlakken ISO 9001, ISO 14001 en ISO 17025
Bijlage 6:	Alternatieve extractiemethoden
Bijlage 7:	TLR International Laboratories B.V. – Algemene gegevens



Bijlage 8:	Lijst met apparatuur TLR
Bijlage 8.1:	Lijst met apparatuur TLR: analyseapparatuur
Bijlage 8.2:	Lijst met apparatuur TLR: drogen en verhitten
Bijlage 8.3:	Lijst met apparatuur TLR: koelen
Bijlage 9:	Haalbaarheidsstudie zonnepanelen
Bijlage 10:	Haalbaarheidsstudie windturbine
Bijlage 11:	Haalbaarheidsstudie koeling
Bijlage 12:	Chemische afvalstromen bij TLR International Laboratories
Bijlage 13:	Chemische risico-inventarisatie bij TLR International Laboratories
Bijlage 14:	Uitnodiging tot deelname aan de onderzoekenquête
Bijlage 15:	Onderzoekenquête
Bijlage 16:	Respondentenlijst

## Samenvatting

Duurzame ontwikkeling, en bij uitbreiding, duurzaam ondernemen, wordt gekenmerkt door de ‘triple P’ benadering, die staat voor ‘People’, ‘Planet’ en ‘Profit’: menswaardige arbeidsomstandigheden moeten samengaan met aandacht voor de impact van de bedrijfsactiviteiten op het milieu en een gezonde financiële bedrijfsbalans.

Dit onderzoek richt zich op het introduceren van duurzaam ondernemen in chemische laboratoria. Dit proces is in hoge mate ‘Planet’ georiënteerd: door de hoge energievraag en het gebruik van milieubelastende chemicaliën, leggen laboratoria een significant beslag op het milieu. Dit wekt de perceptie dat het verduurzamen van de activiteiten van chemische laboratoria een contradictie is, hetgeen de aanleiding is tot het formuleren van de centrale onderzoeksvraag:

*Op welke wijze kan een milieumanagementsysteem (MMS) een rol spelen bij het meer duurzaam maken van de bedrijfsprocessen in een chemisch laboratorium ten aanzien van energiegebruik en chemisch afval?*

In de wetenschappelijk literatuur en in de wet- en regelgeving wordt gezocht naar zowel technische als managementmaatregelen die de het energieverbruik en de hoeveelheid chemische stoffen kunnen reduceren. Vervolgens wordt onderzocht wat de rol is van een milieumanagementsystemen in het meer duurzaam maken van laboratoria.

De weerhouden maatregelen zijn vervolgens getoetst tijdens de praktijkcasus bij TLR International Laboratories te Rotterdam. De deelconclusies die hieruit zijn afgeleid, zijn voorgelegd aan een panel van experts. Duurzaamheidexperts en laboratorium managers, van zowel universitaire als commerciële laboratoria zijn gecontacteerd en uitgenodigd tot het geven van hun mening op 52 stellingen.

De belangrijkste technische maatregelen om het energiegebruik te reduceren zijn onder meer het recupereren van overtollige warmte van apparatuur om te hergebruiken voor het verwarmen van lokalen, het installeren van bewegingsgestuurde verlichting, isolatie van muren, wanden, leidingen en centrale verwarmingsbuizen en de installatie van hoge rendementsketels. Door de hoge energievraag van laboratoria is het niet altijd mogelijk om al de benodigde elektriciteit zelf op te wekken door fotonvoltaïsche cellen of windturbines, zelfs niet wanneer de overheid het huidige subsidiebeleid aanhoudt. Toch zijn de meeste experts het er over eens dat het de afhankelijkheid van fossiele en dus onduurzame brandstoffen kan reduceren en kan bijdragen aan het verduurzamen van het laboratorium.

Het onderzoek en ontwikkeling van laboratoriumapparatuur is gericht op het verhogen van het analyserend vermogen en nauwelijks op de energie-efficiënte van de toestellen, wat betekent dat er op dat terrein weinig tot geen duurzaamheidwinst kan geboekt worden.

Uit de praktijkcasus blijkt dat de extractiestap de meest milieubelastende stap uit het analyseproces is. Om het gebruik van vooral organische solventen tijdens de extractie te verminderen, vermeldt de literatuur verschillende alternatieven zoals Supercritical Fluid Extraction en Microwave Assisted Extraction. Ook kan verhoging van de selectiviteit van de analysemethode of het gebruik van ‘miniaturized analytical systems’ leiden tot een daling in de hoeveelheid benodigde chemicaliën. Uit de praktijkcasus bij TLR blijkt dat wet-en regelgeving, die dwingend bepaalde analysemethoden en apparatuur voorschrijft als best beschikbare technieken, een hinderpaal vormt in de vrije keuze voor milieuvriendelijke alternatieve technieken.

Een belangrijke good housekeeping maatregel is het separaat collecteren en afhalen van chemisch afval. Hierbij speelt de Nederlandse en Europese milieuwetgeving een belangrijke rol: de milieuvergunning, die door de lokale autoriteiten wordt uitgereikt, stelt dat een laboratorium moet onderzoeken hoe het energie kan besparen en legt tevens limieten op aan het lozen van chemische stoffen. De Europese REACH verordening dwingt laboratoria om hun chemicaliënopslag en gebruik zowel administratief als organisatorisch structureel te regelen.

Hoewel het merendeel van de experts van mening is dat zelfs met een milieumanagementsysteem een laboratorium alsnog vervuilende activiteiten kan ontplooiën, wordt het beschouwd als een effectief instrument om duurzaam ondernemen te introduceren: de hoofdactiviteiten van duurzaam ondernemen sluiten immers goed aan op de acht hoofdelementen van een milieumanagementsysteem. De wijze waarop dit gebeurt, is driedig. Ten eerste stimuleert het MMS het concretiseren van de milieudoelstellingen door het vastleggen van milieuplannen en het uitvoeren van interne audits en controles. Dit is de administratieve functie van het MMS. Ten tweede heeft een MMS een managementfunctie, vergelijkbaar met de functie van een kwaliteitsmanagementsysteem, die gericht is op het continu verbeteren van de milieuprestaties. Tenslotte speelt het MMS een faciliterende rol bij het voldoen aan wet-en regelgeving en het verkrijgen van de voor een chemisch laboratorium noodzakelijke milieuvergunningen.

## Summary

Sustainable development is characterized by the ‘triple P’ approach also known as ‘People’, ‘Planet’ and ‘Profit’: it comprises suitable labour conditions for staff, a focus on the ecological impact of a company’s activities, as well as striving for a healthy financial balance. This research is aimed at the introduction of sustainable enterprising in a chemical laboratory setting. It is oriented at the ‘Planet’ aspect: by requiring high amounts of energy and by using chemicals that are considered to be toxic and detrimental to both animal and human health, laboratories in general are considered to place a considerable burden on the environment. Moreover, laboratories are perceived to be unsustainable in any way, which has lead to the main question for this research:

*What is the role of an environmental management system (EMS) in making chemical laboratories more sustainable when it comes to the use of energy and chemicals?*

By means of a literature study, an investigation is performed to search for both technical and management measures, that could reduce the energy demand and the need for chemicals, thus enabling the laboratory processes to become more sustainable. By analyzing environmental legislation, the potential role of environmental management systems in making laboratories more sustainable, is investigated.

The above mentioned measures are assessed during a case study at TLR International Laboratories in Rotterdam, the Netherlands. Partial conclusions are derived from the case study and are presented as 52 statements to a panel of experts. The experts are academic researchers in the field of sustainability and laboratory managers, selected from universities and commercial laboratories. The experts agreed on the main technical measures for energy reduction, such as recovery of waste heat from equipment for central heating, the application of motion-based sensors for lighting, isolation of walls, tubes, and the installation of condensation boilers for central heating.

Moreover, by applying VAV ventilation, costs for the energy consuming ventilation systems can be reduced if one takes into account the necessary safety precautions. Although the experts agree on the fact that solar panels and / or small-scale wind turbines could attribute considerably in making a laboratory less depending on fossil fuels, it appeared not to be economically feasible to cover the entire amount of electricity, that is needed by TLR, especially when subsidies are tight.

When it comes to laboratory equipment, it is obvious that the focus during research and development is still limited to the analytical performance and not towards energy-efficiency, which means that no ecological profit is gained from that angle. On the subject of reducing chemicals, it is in the extraction phase of the analysis process, that alternatives to the current, polluting organic solvents, can be applied. From the literature study, several techniques, that using significant lower amounts of solvent, such as Supercritical Fluid Extraction and Microwave Assisted Extraction, can be applied. Enhancing the selectivity of the analysis method or the use of 'miniaturized analytical systems' also lead to a decrease in the amount of organic solvents.

From the case study at TLR, legislation appears to hinder the free choice of such alternatives. In many cases, the food and feed safety legislation TLR's clients are obliged to comply with, force them to have their analyses performed according to the methods, as prescribed in the legislation. Therefore, TLR can not easily switch from its current methods to the more sustainable alternatives. An important 'good-housekeeping' measure is the separate collection and disposal of chemical waste. Not so much a voluntary measure, but obliged by the Dutch and European environmental legislation, the environmental license forces laboratories to investigate how they can save on energy and how they prevent themselves from draining chemical waste to the sewage. Moreover, the European REACH directive obliges laboratories to organise their chemical management.

Although they believe that it still remains possible that laboratories can deploy polluting, thus non-sustainable, activities, the role of the environmental management system as being an instrument in making the activities of laboratories more sustainable is acknowledged by the experts. This instrumental role is threefold. First, by setting up an environmental planing and by organising internal audits and control measurements, an EMS has an administrative role in achieving the environmental objectives of a laboratory. Second, the management function of an EMS, which is comparable to that of a quality management system, acts as drive for continuing improvement of the environmental impact of the laboratory's activities. Third, an EMS has a facilitating function in complying to the existing environmental legislation and can acts as an aid in obtaining all necessary environmental licenses.

## Afkortingen

AmvB	Algemene Maatregelen van Bestuur
ARBO	Arbeidsomstandigheden
BTEX	benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen
BBT	best beschikbare technieken
CPE	Cloud point extraction
DCMR	Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond
EMAS	Environmental Management Audit Scheme
EOX	extraheerbare organohalogenen
EU	Europese Unie
FOSFA	Federation of Oils, Seeds and Fats Associations
GAFTA	Grain and Feed Trade Association
GCMS	Gaschromatograaf / massaspectrometer
ICT	Information & Communication Technology
ISO	International Organisation for Standardization
IVB	Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer
KAM	Kwaliteits-, arbo- en milieumanagementsystemen
LC <sub>50</sub>	Lethal Concentration for 50% of the test subjects
LCMS	Liquid chromatograph / mass spectrometer
LD <sub>50</sub>	Lethal Dose for 50% of the test subjects
LIMS	Laboratory Information Management System
LPME	Liquid phase microextraction
MAE	Microwave-assisted extraction
MMS	Milieumanagementsysteem
MSDS	Material safety data sheet
MOKA	Monsterkamer
NEN	Nederlands Normalisatie Instituut
PAK	Polyaromatische koolwaterstoffen
PCB	Polychloorbifenylen
PDCA	'Plan-Do-Check-Act'
PDV	Productschap Diervoeder
PFE	Pressurized fluid extraction
REACH	Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische Stoffen
RVA	Raad voor Accreditatie
SCCM	Stichting Coördinatie Certificatie-, Milieu en arbomanagementsystemen
SDE	Subsidieregeling duurzame energie
SDME	Single-drop microextraction
SFE	Supercritical fluid extraction
SPE	Solid phase extraction
TLR	Technisch Laboratorium Rotterdam BV (= TLR International Laboratories)
UAE	Ultrasound assisted extraction
Wm	Wet milieubeheer
Wvo	Wet verontreiniging oppervlaktewateren



## Hoofdstuk 1. Inleiding

Duurzaam ondernemen is in: het begrip staat volop in de belangstelling van de overheid, het bedrijfsleven en de publieke opinie. Het kan worden omschreven als “het geheel aan inspanningen van bedrijven, die bijdragen aan duurzame ontwikkeling, gericht op het instandhouden en vergroten van zowel het economisch, ecologisch als sociaal kapitaal”. Het vinden van een verantwoorde balans tussen die drie soorten kapitaal is daarbij van wezenlijk belang (Cramer, 2007a). Het begrip ‘duurzame ontwikkeling’ is voor de eerste maal gedefinieerd in het rapport ‘Our Common Future’ van de Brundtlandcommissie, dat werd gepubliceerd in 1987. Daarin wordt het omschreven als “een proces van verandering, waarbij het gebruik van hulpbronnen, de richting van investeringen, de oriëntatie van technologische ontwikkeling en institutionele verandering, alle met elkaar in harmonie zijn en zowel de huidige als de toekomstige mogelijkheden vergroten om aan menselijke behoeften en wensen tegemoet te komen” (WCED, 1987). Dat duurzaam ondernemen de laatste jaren een steile opmars heeft gemaakt, is op zich niet zo vreemd: talrijke ondernemingen integreerden het begrip in de bedrijfsmissie en –strategie om aan te tonen dat ze milieubewuster om gaan met bijvoorbeeld het verbruik van energie en grondstoffen. Het benadrukken van het duurzame imago wordt door bedrijven tevens als een commerciële opportuniteit gezien die hen meer klanten kan opleveren of kostenverlagend kan werken (Cramer, 2002).

Duurzaam ondernemen is eveneens nauw gekoppeld aan sociaal-maatschappelijke aspecten. Wie niet duurzaam onderneemt, vindt bijvoorbeeld geen aansluiting bij een nieuwe generatie consumenten die een overtuigende bezorgdheid delen inzake klimaatverandering en de veiligheid van hun voedsel, en die belang hechten aan duurzame productie en integraal ketenbeheer. Andere sociaal-maatschappelijke aspecten zoals het vermijden van kinderarbeid en het toepassen van eerlijke handelspraktijken staan bij de consument ook hoog op de agenda (GfK, 2008).

### 1.1. Duurzaam ondernemen en het Triple P concept

Bedrijven, die duurzaam ondernemen willen integreren in hun missie en strategie, zullen doorgaans niet afwachten totdat de overheid hen via regelgeving of vergunningsplicht zal dwingen om aandacht voor mens en milieu te hebben. Deze bedrijven zullen zelf kijken welke maatregelen genomen kunnen worden om het welzijn van mensen, de zorg voor economische welvaart en de aandacht voor ecologische kwaliteit deel te laten uitmaken van hun bedrijfsvoering. Deze drie onderdelen van duurzaam ondernemen kunnen worden gevat in het zogenaamde ‘triple bottom line’ concept, ook nog ‘triple P’ concept genoemd (Elkington, 1997). De drie P’s staan voor People, Planet en Profit waardoor sociaal-maatschappelijke, ecologische en economische aspecten worden geïntegreerd in één enkel concept.

De concrete wijze waarop dit moet gebeuren, vergt een nieuwe kijk op ondernemen. De huidige focus op ongebreidelde groei en winstmaximalisatie zal moeten worden omgekeerd voor een integrale aanpak die de zorg voor mensen, de zorg voor milieu én de zorg voor voldoende economische resultaten centraal stelt. Dit zal onvermijdelijk gepaard gaan met veranderingen in de bedrijfsstructuur, de bedrijfscultuur en mogelijk ook de bedrijfsprocessen (de Blécourt-Maas, 2007a). Door deze soms ingrijpende wijzigingen door te voeren, kan de transformatie naar een duurzame bedrijfsvoering worden ingezet.

### 1.1.1 'People'

De eerste pijler van triple P, 'People', gaat om de aandacht die een bedrijf moet hebben voor een aangename en veilige werkplek, voor billijke arbeids- en beloningscondities, voor voldoende inspraak en voor professionele en persoonlijke ontplooiing van medewerkers. Ook moet een onderneming erop toezien dat mensenrechten ten allen tijde worden gerespecteerd. Met name bij bedrijven die internationaal actief zijn, is dit vaak een aandachtspunt en valt dit niet altijd even eenvoudig te integreren in de lokale bedrijfsactiviteiten in ontwikkelingslanden. Omgaan met diversiteit in de breedste zin van het woord, maar ook genderkwesties, spelen een rol in het People-aspect (Van Gijn-Bruggink, 2007). Tevens is het verschuiven van de aandacht van het management van shareholders naar stakeholders waar te nemen (Van der Leek-Oudt, 2007a). Dat betekent dat iedereen die direct of indirect bij een bedrijf betrokken is, belanghebbende is en niet enkel diegene die dividenden ontvangen. Transparante communicatie, openheid en aandacht voor een gezond en respectabel bedrijfsimago zijn daarom prominent aanwezig bij het verankeren van het aspect 'People'.

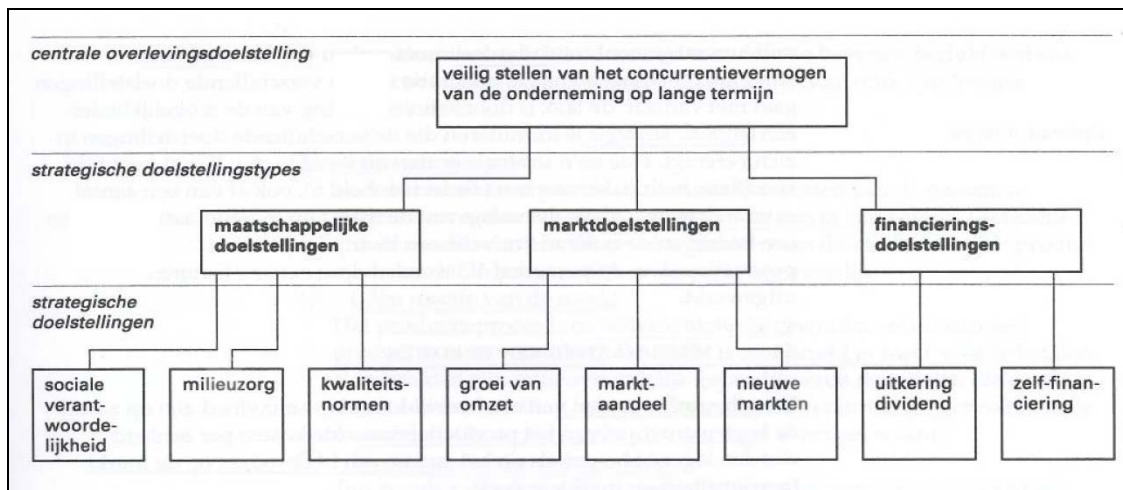
### 1.1.2 'Planet'

De tweede pijler van triple P, 'Planet', omvat het ecologische aspect van de bedrijfsvoering. In deze context zal een onderneming duurzaam moeten omgaan met grondstoffen en energie en moet het ervoor zorgen dat de belasting van de omgeving met afvalstoffen, een hoog energieverbruik of verspilling van grondstoffen tot een minimum wordt beperkt. Door technologische innovatie en optimalisatie van productieprocessen kunnen ondernemingen aanzienlijk schoner gaan produceren, maar ook eenvoudige 'good-housekeeping' zoals het zuiniger omgaan met energie, draagt bij tot het terugdringen van onnodige verspilling van grondstoffen. Een bijkomend effect van het optimaliseren van productieprocessen is het financieel voordeel, dat bedrijven kunnen doen door kostenbesparing op in de toekomst vermijdbare saneringsmaatregelen of dalend verbruik van schaarser en dus duurder wordende grondstoffen (Van der Leek-Oudt, 2007c).

### 1.1.3 'Profit'

De derde pijler van triple P, 'Profit', sluit aan bij de economische hoofddoelstelling van een bedrijf: het genereren van winst om de continuïteit te kunnen verzekeren. Uit deze economische pijler zijn drie strategische doelstellingen af te leiden: markt-, financiering- en maatschappelijke doelstellingen (Figuur 1.1). Die drie strategische doelstellingen hangen met elkaar samen, want zonder markt is het bedrijf niet te financieren en zonder goed personeelsbeleid worden de klanten, dus de markt, niet goed bediend. Een stabiele, financiële situatie, die van groot belang is voor een onderneming, maakt daarom ook deel uit van het triple P concept. Milieuzorg en milieumanagement zijn subdoelstellingen, te catalogeren onder de strategische maatschappelijke doelstelling (de Blécourt-Maas, 1997a).

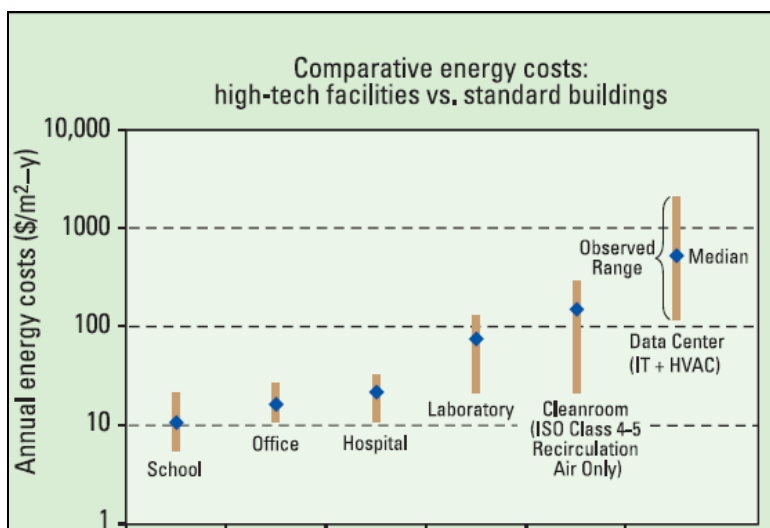




Figuur 1.1: Hiërarchie van bedrijfsdoelstellingen (de Blécourt-Maas, 1997a)

## 1.2. Waardecreatie door duurzaam ondernemen

Een laboratorium wordt omschreven als een ‘werkplaats voor empirisch wetenschappelijk of technisch onderzoek en proefnemingen, maar ook wel voor het bereiden van stoffen’ (Van Dale, 2009). Hedendaagse laboratoria zijn in hoge mate gespecialiseerd in zowel het personeel als de apparatuur waarmee wordt gewerkt. Het gebruik van uiteenlopende chemische stoffen en gespecialiseerde analyseapparatuur legt beslag op de directe omgeving door mogelijke emissie van chemische stoffen. Ook het energieverbruik van een laboratorium is hoger dan dat van een kantoor (Figuur 1.2): de gebruikte apparatuur heeft een hogere energie-intensiteit in vergelijking met hetgeen er te vinden is aan toestellen binnen een kantooromgeving, waar enkel verwarming en verlichting de voornaamste energiekosten uitmaken.



Figuur 1.2: Vergelijking van energiekosten hoogtechnologische infrastructuur in de VS (Mills, 2009)

Bij duurzaam ondernemen kunnen potentiële marktkansen van bedrijven beter worden benut. Voorbeelden zijn het aanboren van nieuwe markten voor producten met een lagere milieubelasting of het verminderen van mogelijke risico's bij de afvalverwerking, zoals het verlagen van milieuschadelijke emissies.

Beide aspecten hangen nauw samen met ‘het leiden van een bedrijf als een goede huisvader’. Het verminderen van kosten, het verhogen van de aantrekkelijkheid van een bedrijf bij zowel klanten, werknemers of aandeelhouders en het vermijden van reputatieschade en negatieve publiciteit bij milieucalamiteiten zijn belangrijke argumenten die van wezenlijk belang zijn bij het efficiënt leiden van een onderneming. De waardecreatie die duurzaam ondernemen kan initiëren voor zowel productiebedrijven als ondernemingen in de dienstverlenende sector, kan zich dus manifesteren op drie terreinen: het toevoegen van economische, dus financiële, waarde, de ecologische waarde en de sociaal-maatschappelijke waarde (Cramer, 2007b).

### **1.3. Wet- en regelgeving**

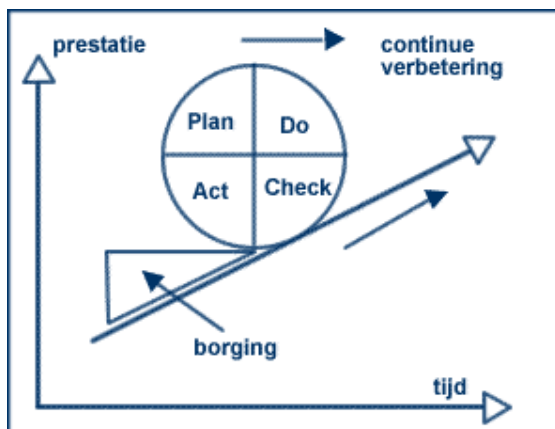
Sinds de industriële revolutie aan het einde van de 18<sup>e</sup> eeuw worden mens en milieu zwaar belast. De overheid tracht deze belasting te reguleren door middel van wetgeving: naast de reeds bestaande Hinderwet ontwikkelde de overheid in de jaren ‘70 en ‘80 van de vorige eeuw voor elk milieuprobleem een separate wet, zoals voor oppervlaktewater, lucht, geluid en chemische stoffen. Deze min of meer gescheiden wetgeving miste de noodzakelijke samenhang en creëerde het ongewenste effect: in plaats van verregaande controle over de ontstane milieuproblemen, vond afwenteling plaats van het ene milieucompartiment naar het andere. Om die reden reviseerde de overheid de wetgeving grondig tot een kaderwet, die in 1993 de oude Hinderwet verving: de Wet milieubeheer. Deze kaderwet is een zogenaamde aanbouwwet waar steeds meer milieugerelateerde wetten onder vallen, die van toepassing zijn op activiteiten van burgers, overheden en bedrijven. De wet levert een kader om milieueisen en maatregelen in het bedrijfsbeleid in te voeren. Zo zijn er regels met betrekking tot afvalwater en emissie van stoffen naar lucht en bodem (Ministerie van VROM, 2009a).

Naast wet- en regelgeving zijn voor bepaalde bedrijven ook vergunningen van belang. Een vergunning, ook wel ontheffing genoemd, is een officiële en noodzakelijke toestemming van de overheid om een bepaalde, volgens de wet verboden, activiteit toch uit te voeren.

### **1.4. Bedrijfsprocessen en managementsystemen**

Om aan de eisen uit de wet- en regelgeving te voldoen, hebben bedrijven er baat bij dat hun bedrijfsprocessen op een duidelijke manier in kaart zijn gebracht en dat deze op een systematische wijze georganiseerd zijn. Ook het geheel aan ondersteunende activiteiten, die een essentiële bijdrage leveren aan het tot stand komen van de kernactiviteiten, moeten worden geïnventariseerd en breed uitgezet in de hele organisatie. Om het bedrijfsbeleid op een efficiënte wijze om te zetten in de dagelijkse bedrijfsvoering, zal het management een bedrijfsstrategie ontwikkelen. Binnen deze strategie spelen de verdeling van verantwoordelijkheden en bevoegdheden en de interne en externe communicatie een sleutelrol. Al deze aspecten worden gebundeld in een managementsysteem (de Blécourt-Maas, 2007b). Naast het organiseren van de kernactiviteiten is ook het beheersen van milieuproblemen de laatste decennia sterk onder de aandacht gekomen van bedrijven. Belasting van het milieu door bijvoorbeeld ongecontroleerde emissies die vroeger nog als vanzelfsprekend werden geacht, werden op een bepaald moment niet meer als acceptabel ervaren. Er is sprake van een milieuprobleem wanneer een bedrijf het milieu belast of indien er risico’s bestaan dat dit zou gebeuren. Tevens zijn het toegenomen inzicht in de milieueffecten van de bedrijfsactiviteiten, de gehanteerde meetmethoden om de effecten te kwantificeren en de maatschappelijke normen die milieueffecten als onacceptabel beschouwen, meegenomen in de definiëring van een milieuprobleem. Deze ontwikkeling heeft bedrijven ertoe aangezet om aandacht voor het milieu te integreren in de dagelijkse bedrijfsvoering (de Blécourt-Maas, 1997d).

Milieumanagementsystemen zijn gebaseerd op de theorie van open systemen. Een open systeem wordt gekenmerkt door de input van materialen en grondstoffen, de doorvoer en transformatie ervan en door de output, in de vorm van een product, dienst, afvalstoffen of energie. Een belangrijk kenmerk in het functioneren van open systemen is de terugkoppeling, waarbij het systeem aan de hand van de geleverde output, de input kan bijsturen en beheersen. Op deze wijze steunt het open systeem op het cybernetisch of zelfregulerend principe (de Blécourt-Maas, 1997f). Dit principe wordt gekenmerkt door een planning-, uitvoering, controle en bijsturingfase, ook de 'Plan-Do-Check-Act' systematiek of Deming-cirkel genoemd (Walton, 2000). Ze fungeert als het ware als een motor in de verbeteringsystematiek van bedrijfsprocessen (Figuur 1.3). De Deming-cirkel is een zich steeds herhalende cyclus, waarin de eerste fase het opstellen van een planning is. Daarna wordt dit plan uitgevoerd waarna in een derde stap de resultaten ervan worden gemeten en gecontroleerd. Als laatste fase is er een evaluatie van de gehaalde resultaten alsook een vaststelling van de onvolkomenheden, waarna het proces opnieuw begint. Op die manier vormt de cyclus de drijvende kracht van een continue verbeteringsmechanisme.



Figuur 1.3: Deming-cirkel, ook nog PDCA-systematiek genoemd (Walton, 2000)

### 1.5. Certificering van managementsystemen

Naast het voldoen aan de vigerende milieuwetgeving, kan het milieumanagementsysteem ook fungeren als een bewijs naar de buitenwereld toe om te tonen dat het bedrijf milieubewust wordt geleid. Dit gebeurt door middel van certificatie. Tijdens een systematische evaluatie van alle onderdelen van het managementsysteem, ook audit genoemd, wordt door een team van deskundigen, verbonden aan een certificerende instantie, conformiteit met alle eisen in een standaard (ook nog norm genoemd) onderzocht (de Blécourt-Maas, 1997b). Tijdens de audit zal het bedrijf moeten kunnen aantonen dat het aan alle gestelde eisen voldoet. Bij een positieve uitkomst van het onderzoek zal de onderneming een certificaat verkrijgen. Certificering is van toenemend belang in een markt, die steeds hogere eisen stelt aan de kwaliteit van een geleverd product of dienst. Dit geldt eveneens voor laboratoria, die aan de hand van de door hen gerapporteerde resultaten, grote impact hebben op productieprocessen van hun klanten, maar ook op bijvoorbeeld de veiligheid van voedsel en het stellen van juiste diagnoses in geval van klinisch laboratoriumonderzoek.

Een gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem is een geschikt instrument wanneer laboratoria moeten waarborgen dat de door hen geproduceerde analyseresultaten consistent en betrouwbaar zijn. Een gecertificeerd milieumanagementsysteem kan voor klanten van laboratoria het bewijs vormen dat er op een verantwoorde wijze wordt omgegaan met de potentieel vervuilende activiteiten.

## **1.6. Normen voor managementsystemen**

### **1.6.1. ISO 14001**

De behoefte aan een wereldwijd toepasbare, uniforme methodiek voor het managen van milieuaspecten, zette de International Organisation for Standardization (ISO) ertoe aan om een normdocument voor milieumanagementsystemen te ontwikkelen. De ISO publiceerde vervolgens in 1996 de ISO 14001 standaard (paragraaf 5.5.2).

De ISO 14001 standaard specificeert eisen die een bedrijf in staat moeten stellen om een milieubeleid en milieudoelstellingen te formuleren en deze om te zetten in de dagelijkse bedrijfsprocessen. De ISO 14001 norm was in 2007 ingevoerd in meer dan 154.500 bedrijven uit 148 verschillende landen. Van het totale aantal uitgegeven certificaten was 29% afkomstig van de dienstverlenende sector (ISO, 2009). In Nederland heeft de Stichting Coördinatie Certificatie-, Milieu en arbomanagementsystemen (SCCM) tot op heden 1.327 bedrijven geregistreerd, die volgens de ISO 14001 norm gecertificeerd zijn; 6 certificaten werden aan laboratoria uitgereikt (SCCM, 2009).

### **1.6.2. EMAS**

Naast de ISO 14001 is er tevens het Environmental Management and Audit Scheme (EMAS). In april 1995 werd een Europese verordening van kracht waarin het EMAS werd opgenomen voor bedrijven die milieumanagement wilden integreren in de bedrijfsvoering.

EMAS vraagt openheid ten aanzien van de geleverde milieuprestaties en eist eveneens dat de jaarlijkse milieubeleidsverklaring openbaar wordt gemaakt. Deze twee vereisten kent de ISO 14001 norm niet. EMAS legt een bovengrens op aan het proces van continue verbetering.

Hierbij wordt gesteld dat de milieuprestaties niet verder hoeven te gaan dan hetgeen economisch haalbaar is met de toepassing van de best beschikbare technieken (de Blécourt-Maas, 1997c).

### **1.6.3. ISO 9001 en ISO 17025**

Niet enkel milieumanagement, maar ook de basisbeginselen van efficiënt bedrijfsmanagement, zoals o.a. klachtenafhandeling, beheersing van documentatie en registraties, klantenbinding en klanttevredenheid, personeelsbeleid, opleiding en training, zijn door de ISO in een document opgenomen: de ISO 9001 norm.

Reeds in 1987 introduceerde de ISO de eerste versie van deze norm voor kwaliteitsmanagementsysteem. Vervolgens werd een start genomen met normen voor milieumanagement en arbo. De ISO 9001 moet een bedrijf in staat stellen om het door haar vastgestelde kwaliteitsbeleid en doelstellingen op een systematische en aantoonbare manier te verwezenlijken.

Laboratoria kunnen hun deskundigheid aantonen en de betrouwbaarheid van hun analyseresultaten legitimeren door een managementsysteem te implementeren dat voldoet aan de eisen die in de ISO 17025 norm zijn opgenomen (NEN, 2005).

#### 1.6.4. Oriëntatie op milieumanagement

Een milieumanagementsysteem heeft een vergelijkbare functie als een kwaliteitsmanagementsysteem. Ondernemingen streven in toenemende mate naar een aantoonbare milieuprestatie door beheersing van hun activiteiten en processen. Hierbij ligt de focus op milieuaspecten in plaats van kwaliteitsaspecten. Een bedrijf dat zichzelf eisen en doelstellingen oplegt ten aanzien van het managen van de diverse milieuaspecten, kan die op systematische wijze via een milieumanagementsysteem trachten te realiseren.

De oriëntatie van bedrijven richting milieumanagement gebeurt doorgaans in drie fasen. In een eerste fase wordt een bedrijf geconfronteerd met een aantal overheidsregels. Hierdoor wordt het gedwongen om beheersingsmaatregelen te nemen waarbij het accent ligt op zuivering en op het beheersen van de afvalproblematiek na de bedrijfsvoering. Deze fase wordt ook crisis-georiënteerd milieumanagement genoemd.

Een volgende stap wordt veelal gezet na een calamiteit, die financiële consequenties door schadeclaims of saneringskosten met zich meebracht. Het bedrijf zal in deze fase procesgerichte voorzieningen treffen, die vaak een hoge kostprijs hebben. Dit wordt kosten-georiënteerd milieumanagement genoemd en zit al dieper verankerd in de organisatie omdat het zich richt op procesveranderingen die van blijvende aard zijn.

In een laatste fase zullen bedrijven milieuzorg-georiënteerd milieumanagement gaan invoeren. Hierbij wordt de noodzaak erkend om reeds in een zeer vroeg stadium in de productie de effecten van de bedrijfsvoering op mens en milieu te ondervangen. Deze vorm van milieumanagement gaat ook verder dan de eigen fabriekspoort: in plaats van een ‘ontwerp tot fabriekspoort’ aanpak wordt de hele levenscyclus van ‘wie tot graf’ meegenomen in de ontwerp- en productiefase (de Blécourt-Maas, 1997e).

### 1.7. TLR International Laboratories: casusbeschrijving en verder onderzoek

#### 1.7.1. Bedrijfsschets:

Dit onderzoek werd gevoerd bij laboratorium TLR International Laboratories (Bijlage 1).

TLR is een commercieel chemisch laboratorium, gevestigd te Rotterdam. Het laboratorium, dat 40 laboranten en 10 stafmedewerkers tewerk stelt, behoort tot de Peterson Control Union Group, een wereldwijd opererend netwerk van inspectiebedrijven in agrarische en minerale bulkgoederen, dat actief is in meer dan 60 landen en ongeveer 2.800 medewerkers telt.

TLR analyseert voedingsstoffen, voedingsmiddelen, veevoedergrondstoffen en veevoerders, steenkool, ertsen en biomassa op uiteenlopende kwaliteitsparameters. Voor de veevoerders en voedingsmiddelen zijn dit onder meer vocht-, vet- en eiwitgehalten, de aan- of afwezigheid van mycotoxines, het kwantificeren van pesticiden, PCB's, PAK's en zware metalen, maar eveneens microbiologisch onderzoek naar pathogenen, coliformen en lactobacillen. Tevens is er een afdeling die analyseert of voedingsmiddelen genetische modificatie ondergingen. Calorische waarde, asgehalte, vluchtige bestanddelen, koolstof, waterstof-, stikstof- en zwavelgehalte alsook het vochtgehalte zijn van belang bij de analyse van steenkool, ertsen en biomassa.

Het laboratorium implementeerde in 1992 een kwaliteitssysteem, dat geaccrediteerd is conform de eisen in de ISO 17025 norm. Jaarlijks wordt het laboratorium aan een opvolgingsaudit van de Raad Voor Accreditatie onderworpen om vast te stellen of nog steeds aan de eisen wordt voldaan (NEN, 2005).

### 1.7.2. Onderzoekskader

Via de Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond (DCMR) is een vergunning verleend nadat het laboratorium werd getoetst aan de bepalingen van de artikelen 8.8, 8.9 en 8.10 van de Wet Milieubeheer op gebied van afvalstoffen en afvalwater, bodembelasting, energieverbruik, geluid, grondstoffen, luchtemissies en brandveiligheidsaspecten ten aanzien van de infrastructuur (DCMR, 2007).

In augustus 2008 is het laboratorium verhuist naar een nieuwe en ruimere locatie.

Van deze verhuizing werd door de directie gebruik gemaakt om een aanzet te geven aan de invoering van energiebesparende maatregelen. Ook werd het beleidsvoornemen gemaakt om op meer duurzame wijze om te gaan met het gebruik van chemicaliën.

Omwille van het belang dat de directie van TLR International Laboratories schenkt aan de maatschappelijke impact van haar activiteiten, heeft ze de wens geuit om te onderzoeken hoe aan het beleidsvoornemen rond duurzaamheid vorm kan worden gegeven. De focus ligt daarbij op beheersing en verduurzamen van het energie- en chemicaliëngebruik. Ook dient te worden onderzocht hoe en op welke wijze een milieumanagementsysteem hierbij een rol kan spelen.

## **Hoofdstuk 2.      Probleem-, doel- en vraagstelling**

### **2.1. Probleemstelling**

TLR International Laboratories is een chemisch laboratorium dat in haar bedrijfsproces chemicaliën verbruikt en bijgevolg chemisch afval genereert. De gebruikte analyseapparatuur vereist een hoog energieverbruik hetgeen eveneens leidt tot milieueffecten: het chemisch afval dat ontstaat moet worden opgehaald en worden verwerkt en het energieverbruik legt beslag op primaire energiebronnen. Beide aspecten hebben niet enkel een impact op het milieu maar tevens op de economische situatie van het laboratorium. Zowel het aanzienlijke energieverbruik als de veelvuldige toepassing van milieubelastende chemicaliën lijken onlosmakelijk te behoren tot de dagelijkse bedrijfsvoering van het laboratorium. Om die reden worden ze als onduurzaam ervaren. Voor de directie van TLR was dit de aanleiding om beide aspecten onderdeel te maken van dit afstudeeronderzoek.

### **2.2. Doelstelling**

De doelstelling van dit onderzoek is om na te gaan op welke manier een chemisch laboratorium tot een duurzamer energie- en chemicaliëngebruik kan komen. Daarnaast wordt onderzocht of een milieumanagementsysteem een geschikt instrument is om duurzaam ondernemen in een laboratorium te bevorderen.

Na analyse van de criteria uit de wet- en regelgeving, wetenschappelijke literatuur en normdocumenten zoals ISO 14001, wordt vervolgens ex ante geëvalueerd of de implementatie van een managementsysteem een significante rol kan vervullen in het bevorderen van duurzaam ondernemen in het laboratorium.

### **2.3. Vraagstelling**

Om bovengenoemde problemen op te lossen en aan de doelstelling te voldoen dient de volgende hoofdvraag te worden beantwoord:

**Op welke wijze kan een milieumanagementsysteem een rol spelen bij het meer duurzaam maken van de bedrijfsprocessen in een chemisch laboratorium ten aanzien van energiegebruik en chemisch afval?**

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden wordt deze in twee delen opgesplitst: een theoretisch deel en een praktijkcasus.

A: Theoretisch deel:

1. Welke wet- en regelgeving is van belang voor een chemisch laboratorium? (hoofdstuk 4)
- 2a. Welke kenmerken heeft een milieumanagementsysteem? (hoofdstuk 5)
- 2b. Welke actoren zijn daarbij betrokken? (hoofdstuk 5)
- 3a. Wat is duurzaam ondernemen en wat verstaat een chemisch laboratorium onder duurzaam ondernemen? (hoofdstuk 6)
- 3b. Welke criteria voor duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium kunnen worden opgesteld en welke algemene knelpunten kunnen daarbij worden afgeleid?

## B: Praktijkcasus: TLR International Laboratories (hoofdstuk 7)

### 1. Organisatie TLR (hoofdstuk 7)

1a. Welke aspecten en criteria komen binnen TLR in aanmerking voor duurzaam ondernemen?

1b. Welke van die aspecten zijn niet of minder duurzaam?

1c. Welke knelpunten treden op om deze criteria meer duurzaam te maken?

1d. Welke verbeteropties zijn er om deze criteria meer duurzaam te maken?

### 2. Energie binnen TLR (hoofdstuk 8)

2a. Welke factoren dragen bij aan het energieverbruik binnen TLR?

2b. Welke van die factoren zijn niet of minder duurzaam?

2c. Welke knelpunten treden op met betrekking tot het meer duurzaam maken van deze factoren?

2d. Welke verbeteropties zijn er om ervoor te zorgen dat de geïdentificeerde factoren minder energie gaan verbruiken?

### 3. Chemisch afval binnen TLR (hoofdstuk 9)

3a. Welke factoren dragen bij aan de hoeveelheid chemisch afval binnen TLR?

3b. Welke van die factoren zijn niet of minder duurzaam?

3c. Welke knelpunten treden op met betrekking tot het meer duurzaam maken van deze factoren?

3d. Welke verbeteropties zijn er om ervoor te zorgen dat de geïdentificeerde factoren minder chemisch afval gaan genereren?

### 4. Wat is de mening van experts over de knelpunten en oplossingen? (hoofdstuk 10)

Vervolgens worden de resultaten van voorgaande deelvragen bediscussieerd en vergeleken met de antwoorden van de experts (hoofdstuk 11).

De conclusies uit het onderzoek worden samengevat en besproken (hoofdstuk 12).

Tenslotte zullen na een reflectie op de knelpunten en oplossingen, aanbevelingen worden geformuleerd (hoofdstuk 13).



## **Hoofdstuk 3. Methode van onderzoek**

Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie en een praktijkcasus, waarin de resultaten van de literatuurstudie worden getoetst. Vervolgens wordt aan experts gevraagd om hun mening te geven over de knelpunten en mogelijke oplossingen uit het literatuuronderzoek en de praktijkcasus.

### **3.1. Literatuurstudie**

#### **3.1.1 Wetenschappelijke literatuur**

Voor het beantwoorden van onderzoeksvragen A1 tot en met A3 zal een literatuurstudie worden uitgevoerd. Deze literatuurstudie zal plaatsvinden aan de hand van het analyseren van wetenschappelijke publicaties op onder meer de volgende kernbegrippen: ISO 14001, milieumanagement, milieumanagementsystemen, environmental management, environmental management systems, duurzaam ondernemen, sustainability, sustainable laboratories, sustainable management, energy management, energy efficiency, energy conservation, afvalstromen, chemisch afvalreductie, chemical waste reduction en waste management. Het invoeren van die kernbegrippen, of een combinatie ervan, in de zoekmachine van wetenschappelijke databanken zal een aantal publicaties opleveren. Deze publicaties zullen vervolgens worden geanalyseerd op basis van de aspecten energiebesparing en chemisch afvalreductie. Vervolgens zullen de maatregelen, die in de onderzochte literatuur worden genoemd, worden getoetst op bruikbaarheid in de praktijkcasus bij TLR International Laboratories.

#### **3.1.2 Milieuwetgeving**

Als tweede onderzoeksaspect, maar wel in samenhang met het eerste wordt de Nederlandse milieuwetgeving en de Europese regelgeving geanalyseerd en zal worden geïnventariseerd welke milieuverbeteringen er uit de wetgeving en de vergunningen zijn te halen en welke criteria van duurzaamheid daarop betrekking hebben. Ook hier worden deze vervolgens getoetst in de praktijkcasus bij TLR International Laboratories.

### **3.2. Praktijkcasus: TLR International Laboratories**

TLR International Laboratories heeft een lange historie met betrekking tot kwaliteitssystemen: het bedrijf startte al in 1992 met het implementeren van een kwaliteitssysteem volgens de toenmalige STERLAB-norm en in 1998 werd het door de Raad voor Accreditatie volgens de ISO 17025 standaard geaccrediteerd.

De directie heeft besloten om een stap verder te gaan: niet enkel de wijze van analyseren en rapporteren moet onderworpen zijn aan een systematische controle en bijsturing, ook de invloed van de bedrijfsprocessen op energieverbruik en chemisch afval moet onderzocht worden om te bepalen waar verbetering en verduurzaming mogelijk is. Daarom wordt de theoretische onderbouwing gegeven als aanzet voor het opzetten van een milieumanagementsysteem op basis van het stappenplan ISO 14001.

De resultaten die de literatuurstudie zal opleveren ten aanzien van de duurzaamheidscriteria 'energie' en 'reductie van chemisch afval', zullen deel uitmaken van de milieudoelstellingen van het milieumanagementsysteem. Ook wordt getoetst of de in de literatuur voorkomende aspecten in de praktijk kunnen worden omgezet.

### **3.3. Bevragen van deskundigen over de knelpunten en oplossingen**

De knelpunten en oplossingen uit het literatuuronderzoek en uit het casusonderzoek worden voorgelegd aan duurzaamheidexperts en laboratoriummanagers. Deze deskundigen worden geselecteerd bij het eigen bedrijf, bij universiteiten in Nederland, België, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten, bij de Raad voor Accreditatie en bij met TLR vergelijkbare collega-laboratoria.

Deze experts worden vooraf benaderd met de vraag of zij aan de enquête willen deelnemen en worden daarna schriftelijk geënquêteerd. De knelpunten en oplossingsrichtingen uit het literatuuronderzoek en de praktijkcasus (resultaten t/m hoofdstuk 9) worden omgezet in stellingen en in de enquête opgenomen. Vervolgens wordt de mening gevraagd van de experts, die deze op een vijf-puntenschaal kunnen aangeven: helemaal mee eens, enigszins mee eens, neutraal, enigszins mee oneens, helemaal mee oneens. Daarnaast kunnen de experts desgewenst hun mening toelichten en aanbevelingen geven.

De bevraging zal gebeuren door gebruik te maken van een webinterface. De URL naar deze interface wordt per e-mail aan de geselecteerde deskundigen verzonden. Bij het aanklikken van de URL worden ze vervolgens uitgenodigd om in te loggen en de enquête in te vullen. Bij het voltooien van de vragenlijst kunnen zij uitloggen.

Wanneer de ingevulde enquêtes zijn ontvangen, zullen de resultaten worden geanalyseerd en gevisualiseerd in staafdiagrammen. Op basis van de gegeven toelichtingen zullen de resultaten worden geïnterpreteerd en geëvalueerd.

Een discussie zal de resultaten bespreken van waaruit de conclusies worden afgeleid.

Tenslotte zullen na een reflectie aanbevelingen worden geformuleerd.

### **3.4. Inperkingen van het onderzoek.**

Het organiseren van een voor de werknemers zo gezond en veilig mogelijk werkplek is het onderwerp van arbo-management en valt buiten de scope van dit onderzoek.

Op de integratie tussen kwaliteits- en milieumanagementsystemen wordt wel verder ingegaan

## Hoofdstuk 4. Wet- en regelgeving voor het chemisch laboratorium

### 4.1. Inleiding

Deze afstudeeropdracht onderzoekt de mogelijkheden van het meer duurzaam maken van bedrijfsprocessen in een chemisch laboratorium ten aanzien van energiegebruik en chemisch afval. Hierbij wordt tevens de rol van milieumanagementsystemen geanalyseerd. Het milieumanagementsysteem weerspiegelt het interne beleid van een organisatie ten aanzien van duurzaamheid en milieu. Buiten het bedrijf zijn er diverse externe actoren die op de interne processen van invloed zijn. De overheid met wet- en regelgeving en de vergunningverlener zijn daarbij kaderstellend. In dit hoofdstuk wordt de eerste onderzoeksvraag besproken die luidt:

***Welke milieuwet- en regelgeving is van belang voor een chemisch laboratorium?***

In paragraaf 4.2 wordt beknopt de historiek besproken van de Hinderwet en de Wet-milieubeheer. Paragraaf 4.3 gaat in op de Europese regelgeving geplaatst in een internationaal kader. In paragraaf 4.4 wordt het belang van de vergunningverlening voor het laboratorium aangegeven. In paragraaf 4.5 wordt besproken op welke wijze wet- en regelgeving laboratoria dwingt om bepaalde voorgeschreven analysemethoden te gebruiken.

### 4.2 Hinderwet en Wet milieubeheer

#### 4.2.1 Historische schets van de milieuwetgeving in Nederland

Reeds in de Middeleeuwen was er sprake van het optreden van milieuproblemen, die zich voornamelijk manifesteerden in stank en vervuiling in de directe woonomgeving. Een voorbeeld van een activiteit die lokale hinder met zich meebracht, waren leerlooierijen, waar rottend afval van dierenhuiden voor stank zorgde. In 1896 werd de Hinderwet door het Nederlandse parlement aangenomen. De Hinderwet wordt ook wel de eerste milieuwet genoemd. Deze wet had vooral betrekking op de fysieke hinder van economische activiteiten en was niet echt een milieuwet pur sang (Driesen en Leroy, 2007). Vanaf de jaren zestig bleek dat de milieuproblemen, veroorzaakt door de sterk expanderende chemische industrie en de landbouw problematisch werden. Een van de eerste tekenen waren algengroei en stankhinder in sloten. Het water werd ongeschikt als habitat voor vissen, planten en amfibieën. Het was de overmaat aan fosfaten in het oppervlaktewater die het natuurlijk evenwicht verstoorden en de problemen veroorzaakten. Het verdwijnen van ondermeer de kikkerpopulatie uit sloten werd door burgers als een onrustwekkend signaal beschouwd. Dat signaal werd door de overheid opgepakt en in 1969 was de eerste echte milieuwet een feit: de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. De Urgentienota Milieuhygiëne uit 1972 was de stimulans voor een heel pakket aan wetgeving dat werd ontwikkeld in de jaren die erop volgden, waaronder de Afvalstoffenwet, de Wet chemische bestrijdingsmiddelen, de Interimwet bodemsanering en de Wet bodembescherming. Al deze wetten waren gericht op problemen die werden gesignaleerd per milieucompartiment (in casu water, bodem en lucht). In de loop van de jaren zeventig van de vorige eeuw bleek steeds duidelijker dat de problemen niet per compartiment konden worden opgelost, omdat een oplossing in het ene milieucompartiment werd afgewenteld op het andere. Zo konden bijvoorbeeld nutriënten en meststoffen in ernstig gehavende ecosystemen vanuit de bodem doorsijpelen naar het grond- en oppervlaktewater (Reijnders, 2004). Er bleek behoefte aan integrale wetgeving en op 13 juni 1979 werd de Wet milieubeheer (Wm) van kracht. Dat is een zogenaamde aanbouwwet, hetgeen betekent dat de verschillende sectorale wetten daarin werden opgenomen en op elkaar werden afgestemd.

De wet wordt sinds 2004 met behulp van het meerjarig onderzoeksprogramma Structurele Evaluatie Milieuwetgeving (STEM) ex ante en ex post geëvalueerd (Ministerie van VROM, 2009a).

#### 4.2.2 de structuur van de Wet milieubeheer

De Wet milieubeheer kent 22 hoofdstukken. Vier van die hoofdstukken zijn (nog) leeg omdat de bepalingen terzake in een andere wet zijn geregeld (Bijlage 2).

In paragraaf 1.1 van het eerste hoofdstuk van de Wet milieubeheer staan de verschillende actoren gedefinieerd en worden verschillende milieuaspecten omschreven. Zo is bijvoorbeeld te lezen wat de definitie is van afvalstoffen, bedrijfsafvalstoffen en gevaarlijke afvalstoffen. Deze laatste worden aangewezen bij algemene maatregelen van bestuur met in achtneming van voor Nederland verbindende verdragen. Een voorbeeld van zo'n verdrag is verordening (EG) nr. 1013/2006 voor de overbrenging van afvalstoffen (Europese Unie, 2009a).

Een bekend artikel in de Wm is Art. 1.1a, dat handelt over de zogenaamde zorgplicht. Onder punt 1 staat vermeld: "Een ieder neemt voldoende zorg voor het milieu in acht". In de volgende twee punten staat het begrip zorg en de juridische aansprakelijkheid ervan nader toegelicht. Bij de Grondwet herziening van 1983 is de overheidszorg voor een schoon milieu als een van de sociale grondrechten daarin opgenomen. Hoewel de Wm tot de integratie van alle afzonderlijke milieuwetten moest leiden, is dit proces nog niet afgerond. Er blijven nog enkele wetten over die nog niet in de Wet milieubeheer zijn opgenomen. Het gaat om de Wet geluidhinder, de Wet verontreiniging oppervlaktewateren, de Wet bodembescherming en de Meststoffenwet. De overheid streeft ernaar om ook die wetten op te nemen in de Wm. Tot het zover is, regelt hoofdstuk 22: 'Slotbepalingen' van de Wm, de afstemming tussen de nog niet opgenomen wetten (Ministerie van VROM, 2009a).

### 4.3. Europese milieuregelgeving

Een belangrijke impuls om milieuproblemen op de internationale, politieke agenda te plaatsen was het boek *Silent Spring* van de Amerikaanse biologe Rachel Carson. De negatieve impact van het ongecontroleerde pesticidgebruik werd door Carson in 1962 aangekaart en zorgde voor wereldwijde maatschappelijke verontwaardiging.

In 1972 publiceerde de Club van Rome haar rapport *The Limits to Growth* (Meadows, D.I., Meadows, D.H., Randers, J. en Behrens III, W., 1972). Dit boek markeerde een belangrijke stap in het internationale milieudenken. De in het rapport verkondigde hypothese dat de ongebreidelde economische groei de uitputting van grondstoffen tot gevolg had en tot nadelige maatschappelijke gevolgen konden leiden werd door een nog breder publiek als bedreigend ervaren. In het rapport werd voor de eerste maal aandacht besteed aan de eindigheid van de voorraden fossiele brandstoffen. Hoewel de oliecrisis van 1973 was veroorzaakt door geopolitieke spanningen, bleek de impact ervan de geloofwaardigheid van het rapport van de Club van Rome te vergroten. Internationale milieuconferenties werden gehouden waarvoor een brede belangstelling was, ook in de media.

De Verenigde Naties speelden in de internationalisering van het milieubewustzijn een belangrijk rol. In 1983 publiceerde de World Commission on Environment and Development (WCED) onder het voorzitterschap van de voormalige eerste minister van Noorwegen, Gro Harlem Brundtland een rapport dat *Our Common Future* werd getiteld (Verenigde Naties, 1983). Dit was na het boek *Silent Spring* en het rapport van de Club van Rome een derde belangrijk werk waarin aandacht werd gevraagd voor de natuurlijke omgeving.

Vernieuwend in het rapport was de focus op de toekomstige generaties: ook zij hebben immers recht op het gebruik van de natuurlijke hulpbronnen en op een schoon milieu. Voorts bepleit het Brundtland rapport dat economische groei niet ten koste moet gaan van het milieu. Voortgekomen uit de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal (EGKS), waarbij het ging om de opbouw en samenwerking op het gebied van kolen en staal na de Tweede Wereldoorlog, heeft de Europese Unie als belangrijke peiler samenwerking en afstemming van milieuwet- en regelgeving hoog in het vaandel staan.

De meeste juridische regels die de EU opstelt, hebben de vorm van Richtlijnen, die in de nationale wetgeving moeten worden geïmplementeerd. Verordeningen daarentegen hebben, zodra ze van kracht zijn, een rechtstreekse werking voor alle aangesloten EU landen. Een voorbeeld is de verordening (EG) nr. 1907/2006 voor de registratie en toelating van chemische stoffen, REACH (Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische Stoffen) genaamd, die op 1 juni 2007 van kracht werd (Europese Unie, 2009b). REACH vervangt in Nederland de Wet milieugevaarlijke stoffen. Bedrijven krijgen de verantwoordelijkheid om op basis van informatie over gebruik en blootstelling de risico's van stoffen in kaart te brengen en op basis daarvan de nodige maatregelen te treffen ter bescherming van mens en milieu (paragraaf 7.3.2.1). Daarnaast moeten die gegevens ook bekend worden bij afnemers, consumenten en werknemers zodat zij veilig met die stoffen kunnen omgaan (Ministerie van VROM, 2009k). Meer en meer wordt Europese milieuregelgeving, de zogenaamde derde peiler, van belang voor de lidstaten.

#### **4.4. Milieuwet- en regelgeving in het chemische laboratorium**

##### **4.4.1. Milieuwetgeving**

Een laboratorium moet zoals elk bedrijf voldoen aan alle facetten van de vigerende fiscale en sociale bedrijfswetgeving (Kamer van Koophandel, 2010). Binnen het kader van dit onderzoek is de onderstaande milieuwetgeving van toepassing in het chemisch laboratorium.

##### **a. Wet milieubeheer:**

De Wet milieubeheer is van toepassing op de activiteiten van een chemisch laboratorium. De overheid neemt de bepalingen uit de wet op in een beschikking (paragraaf 4.5). Wanneer aan alle bepalingen wordt voldaan, krijgt het laboratorium een vergunning.

##### **b. Wet verontreiniging oppervlaktewateren:**

De Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo) is eveneens van toepassing op de activiteiten van een chemisch laboratorium. Het gebruik van chemicaliën veroorzaakt potentiële emissies van schadelijke stoffen naar het milieu, onder meer naar het compartiment water. Doordat lozingen op het oppervlaktewater mogelijk zijn, zullen de eisen en bepalingen uit de Wvo worden opgenomen in een vergunning.

##### **c. Wet bodembescherming:**

Aansluitend op de Wvo is er bij een chemisch laboratorium sprake van risico's op schadelijke emissies naar de bodem. De Wet bodembescherming bevat bepalingen om zowel water- als landbodems te beschermen en is primair gericht op sanering en bescherming.

##### **d. Wet geluidhinder:**

Laboratoria, gevestigd op bedrijventerreinen, zijn onderhevig aan de bepalingen rond geluidshinder, die door hun activiteiten kan worden veroorzaakt.

e. Europese wet- en regelgeving: REACH

REACH vervangt de Nederlandse Wet milieugevaarlijke stoffen. Een chemisch laboratorium moet aan de REACH regelgeving voldoen.

Naast deze specifieke milieuwetten, is de Arbeidsomstandighedenwet ('Arbowet') van toepassing in het chemisch laboratorium. De Arbowet is een eveneens een kaderwet, die in 2005 werd aangepast om te voldoen aan de Europese regelgeving "Kaderrichtlijn veiligheid en gezondheid van werknemers op het werk – 89/391/EEG". Omdat laboratoria verhoogde veiligheidsrisico's kennen, is de Arbowet niet onbelangrijk en daarom het vermelden waard. (zie ook paragraaf 3.4)

#### 4.4.2 Vergunningverlening en handhaving van milieuwetgeving

a. De vergunning

Een vergunning is een officiële, van overheidswege verkregen, machtiging om in bepaalde gevallen van bestaande wettelijke voorschriften tijdelijk af te wijken (Ministerie van VROM, 2009j) waardoor tijd vrijkomt om maatregelen te implementeren om aan wet- en regelgeving te voldoen. In de milieuvergunning staat aan welke milieuwetgeving een bedrijf moet voldoen. Naast voorwaarden en voorschriften staan er ook sancties in een vergunning bij niet naleving van de voorwaarden. De uitvoering van de vergunning wordt door de overheid gecontroleerd.

b. Algemene Maatregelen van Bestuur (AmvB) en het Activiteitenbesluit

In plaats van elk bedrijf een vergunning toe te kennen die op de individuele situatie van toepassing is, werden algemene regels voor categorieën van bedrijven geleidelijk ingevoerd (Driesen en Leroy, 2007). Deze regels, Algemene Maatregelen van Bestuur genoemd (AmvB's) worden door het bevoegd gezag, de oorspronkelijke vergunningverlenende overheid, vastgesteld. AmvB's gelden voor een hele bedrijfstak of eenzelfde categorie van bedrijven. Deze regels zijn als Besluit van 19 oktober 2007 ondergebracht in één activiteiten-AmvB: het Besluit algemene regels voor inrichtingen milieubeheer, ook het Activiteitenbesluit genoemd. Dit besluit is per 1 januari 2008 in werking getreden en vervangt in totaal twaalf AmvB's (Ministerie van VROM, 2009i).

De regelgeving voor lozingen, die aanvankelijk opgenomen was in de Wet verontreiniging oppervlaktewateren, is eveneens in het Activiteitenbesluit opgenomen (Ministerie van VROM, 2009i).

c. Laboratoria en de Algemene maatregelen van Bestuur.

Op 2 maart 2009 werd een wijzigingsbesluit gepubliceerd, waardoor 3500 extra bedrijven onder het Activiteitenbesluit vallen en voor 415 bedrijven de lozingsvergunningplicht vervalt. De regels uit het Activiteitenbesluit zijn zoveel mogelijk gekwantificeerd. De doelvoorschriften, zoals deze regels worden genoemd, beschrijven in welke mate een bepaalde activiteit het milieu mag belasten, hetgeen feitelijk overeenkomt met de vroegere vergunning. Het kiezen voor doelvoorschriften op basis van best beschikbare technieken (BBT) maakt dat een bedrijf de vrijheid heeft om die maatregel te kiezen waarmee ze, op de meest optimale manier aan het doel kan voldoen.

Bedrijven zullen op die wijze gestimuleerd worden om te kiezen voor duurzame en innovatieve oplossingen om aan de doelvoorschriften te kunnen voldoen (Ministerie van VROM, 2009b).

#### d. Chemische laboratoria en de vergunning

Voor chemische laboratoria geldt de vergunningsplicht nog wel. Dergelijke instellingen hebben de status van een type C bedrijf, hetgeen betekent dat er aan de exploitatie van de activiteiten milieurisico's zijn verbonden, waardoor een vergunning moet worden aangevraagd. Onder type A bedrijven vallen bijvoorbeeld kantoren, waarvoor noch een melding-, noch een vergunningsplicht geldt. Voor type B bedrijven, zoals detailhandel, garages, transportbedrijven en tankstations, geldt wel een meldingsplicht. Ze vallen onder het regime van het Activiteitenbesluit (VROM, 2009e).

Dat neemt niet weg dat ook een chemisch laboratorium voor een deel te maken krijgen met voorschriften, die in hoofdstuk 3 van het Activiteitenbesluit zijn opgenomen. Het gaat dan om bepalingen voor afvalwaterbeheer en het in werking hebben van installaties (Rijkswaterstaat, 2009). Ook zijn de bepalingen uit hoofdstuk 4 van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren van toepassing op het laboratorium (paragraaf 7.3.2.1d.).

#### e. Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer (IVB)

Het Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer (IVB) van 5 januari 1993 (Nederlandse overheid, 2009) omschrijft welk bestuursorgaan bevoegd is tot de vergunningverlening. Doorgaans zijn dat de burgemeester en de wethouders van de plaats waar de activiteit plaatsvindt. Als eventuele milieuproblemen gemeenteoverschrijdend zijn, dan ligt de bevoegdheid bij de gedeputeerde staten. In het IVB staan de gegevens vermeld die de vergunningaanvrager moet aanleveren. Naast algemene gegevens over het bedrijf, de aard en ligging, is dit meer specifieke informatie over de bedrijfsprocessen. Dit zijn onder meer de naam, aard en volume van de gebruikte grond- en hulpstoffen en de wijze van opslag; de ontstane afvalstoffen en de hoeveelheid; gegevens over het geproduceerde afvalwater, emissies naar lucht, het energieverbruik en het type stookinstallatie; de mate van geluidshinder, technische voorzieningen en de maatregelen die het bedrijf neemt om de impact op het milieu te mitigeren. Ook moet worden aangegeven volgens welke analysemethoden de monsters worden geanalyseerd. Het gaat dan om de best beschikbare technieken (BBT) die voor het uitvoeren van een chemische analyse in de wet- en regelgeving worden voorgeschreven (zie ook paragraaf 4.5).

#### f. Handhaving van de milieuwetgeving

Handhaving van de milieuwetgeving gebeurt op twee manieren. Bij de bestuursrechtelijke handhaving zal de gemeente of provincie controleren of de regels van de wet en de bepalingen in de vergunning worden nageleefd. Wanneer een overtreding wordt vastgesteld, dan kan er een dwangsom worden opgelegd. Ook kan de vergunning worden ingetrokken en het bedrijf tijdelijk worden gesloten totdat de overtreding wordt gestopt en de mogelijk aangerichte schade wordt hersteld.

De Algemene wet bestuursrecht bevat regels voor de bestuursrechtelijke handhaving.

Een tweede manier om toepassing van het milieurecht te organiseren is de strafrechtelijke handhaving. Dit is een taak van de politie en justitie. De Wet economische delicten regelt de strafrechtelijke handhaving. Bij ernstige inbreuken wordt door de overheid beroep gedaan op het Wetboek van Strafrecht. Dit betekent dat niet de overheid zelf, maar justitie de mogelijke overtreders opspoort (Ministerie van VROM, 2009g).

#### **4.5. Overige wet- en regelgeving in het chemische laboratorium**

Naast de in paragraaf 4.4 beschreven milieuwetgeving, wordt een laboratorium eveneens geconfronteerd met wetgeving die niet direct wordt gekoppeld aan milieu en duurzaamheid, maar die er toch een grote invloed op kan uitoefenen.

Zo worden laboratoria die analyses uitvoeren op diervoeders en voeding voor humane consumptie, vaak geconfronteerd met wetgeving, die hen dwingend voorschrijft welke analysemethoden moeten gehanteerd worden. Zo staat in verordening (EG) nr. 152/2009 heel specifiek wat de best beschikbare technieken zijn en bijgevolg hoe en met welke chemicaliën analyses op diervoeders moeten worden uitgevoerd (Europese Unie, 2009c).

Hierdoor worden commerciële laboratoria beperkt in hun keuzevrijheid om methoden aan te passen zodat ze meer milieuvriendelijker worden ten aanzien van chemicaliëngebruik.



## Hoofdstuk 5. Milieumanagement in laboratoria

### 5.1. Inleiding

Voor het invoeren van duurzaam ondernemen in laboratoria is een gestructureerde aanpak op strategisch niveau nodig (De Blécourt-Maas, 2007c). Daarnaast is inzicht in en kennis van de bedrijfscultuur noodzakelijk om veranderingen in gedrag en opvattingen van de medewerkers mogelijk te maken. Een laboratorium kan daarvoor gebruik maken van milieumanagementsystemen, zodat ze haar activiteiten en de effecten ervan op het milieu op een systematische wijze beheerst, controleert en verbetert (Nederlands Normalisatie Instituut, 2004).

Hoofdstuk 5 gaat in op de tweede deelvraag van dit onderzoek:

***Welke kenmerken heeft een milieumanagementsysteem en welke actoren zijn daarbij betrokken?***

In paragrafen 5.2 worden algemene kenmerken van bedrijven besproken en komt aan bod hoe bedrijven zijn georganiseerd. Paragraaf 5.3. bespreekt de betrokken actoren en de invloed is de bedrijfsstructuur en –cultuur. Paragraaf 5.4. bespreekt het systematisch beheersen van de bedrijfsvoering met behulp van managementsystemen. Paragraaf 5.5. beschrijft de kenmerken van milieumanagementsystemen en de ISO 14001. In de laatste paragraaf 5.6 wordt besproken op welke manier integratie van de ISO 14001 standaard met andere managementsystemen in bedrijven mogelijk is.

### 5.2 Coördinatie van werkzaamheden binnen bedrijven

#### 5.2.1. Algemene kenmerken van bedrijven

Een bedrijf of organisatie is een langdurige samenwerking van mensen, die gericht is op het bereiken van gemeenschappelijke doelen. Hieraan zijn drie voorwaarden verbonden (De Blécourt-Maas, 2007d):

1. doelstellingen worden duidelijk omschreven en organisatiebreed gecommuniceerd;
2. er is vooraf een werk- en taakindeling afgesproken tussen mensen;
3. zowel de individuele bijdrage van medewerkers als die van de afdelingen worden afgestemd op de vooraf vastgestelde doelstellingen.

Om aan deze drie voorwaarden te voldoen, zal een bedrijf een organisatiestructuur moeten opzetten, waarbij sommige medewerkers de processen sturen en anderen deze uitvoeren. Voldoende coördinatie tussen de afdelingen, hun leidinggevend en de medewerkers op de werkvloer, is essentieel.

Deze coördinatie kan plaatsvinden via vijf mechanismen (De Blécourt-Maas, 2007e – Bijlage 3): wederzijdse aanpassing, supervisie (directe leiding), standaardisatie van processen, standaardisatie van resultaten en standaardisatie van vaardigheden.

#### 5.2.2 Coördinatie van werkzaamheden in een bepaald type bedrijf: het chemisch laboratorium

In dit afstudeeronderzoek staat het chemisch laboratorium centraal. In een chemisch laboratorium worden analyses op monstermateriaal uitgevoerd volgens vooraf bepaalde analysemethoden. Deze methoden beschrijven de verschillende stappen die moeten worden uitgevoerd om tot het analyseresultaat te komen.

Het analyseproces vangt aan bij het voorbereiden van het monster en eindigt bij het rapporteren van de resultaten. De werkzaamheden zijn in detail vastgelegd en daarom is er sprake van het programmeren van het analyzewerk. Standaardisatie van werkprocessen in procedures en werkvoorschriften zal daarom in een laboratorium vaak voorkomen.

### 5.3. Actoren

#### 5.3.1. De bedrijfsstructuur: algemene kenmerken

De taken die medewerkers uitvoeren, worden vastgelegd in een functie, die taakomschrijving, verantwoordelijkheden en bevoegdheden beschrijft. Er wordt onderscheid gemaakt tussen stafmedewerkers en lijnmedewerkers. Een lijnfunctie situeert zich tussen de top van het bedrijf en de uitvoerende medewerkers op de werkvloer. In een staffunctie dragen de medewerkers geen managementverantwoordelijkheid maar hebben ze een ondersteunende rol. Hiervoor is vaak gespecialiseerde expertise vereist (De Blécourt-Maas, 2007e).

In een bedrijf worden vijf basisdelen onderscheiden: naast de strategische top, met de directie, is er de middenlijn met de operationele middenmanagers en de uitvoerende kern. Onder de stafmedewerkers is er de technostructuur en de ondersteunende staf. De technostructuur wordt bemand door personeelsleden met specialistische kennis van procedures, wetgeving, vergunningen en aanverwante thema's die het werk van het overige personeel volgens de juiste regels laten verlopen. De ondersteunende staf legt zich toe op facilitair werk zoals financiële afwikkeling, personeelsmanagement, juridische aspecten en public relations (De Blécourt-Maas, 2007f). Ook de verschillen in structuur tussen bedrijven kunnen volgens een aantal typologieën beschreven worden. Het gaat hierbij om de eenvoudige structuur, de machinebureaucratie, de professionele bureaucratie, de divisionele structuur en de adhocratie (De Blécourt-Maas, 2007c – Bijlage 3).

#### 5.3.2 De bedrijfsstructuur in laboratoria: de machinebureaucratie

Een chemisch laboratorium is een voorbeeld van een machinebureaucratie. Chemische analyses worden uitgevoerd volgens de methoden die beschreven zijn in wetgeving of internationale standaarden. Hierdoor vinden ze telkens op dezelfde wijze plaats. Er is daarom sprake van een grote voorspelbaarheid en routine in de werkzaamheden. Procedures en werkvoorschriften, waarin de uitvoering van de werkzaamheden in detail beschreven worden, zijn een belangrijk onderdeel van het managementsysteem. De verantwoordelijkheden en bevoegdheden voor de uitvoering zijn eveneens vastgelegd en gecommuniceerd aan alle medewerkers.

#### 5.3.3. De bedrijfscultuur: algemene kenmerken

Een minder zichtbaar aspect van ondernemingen is de bedrijfscultuur. Omwille van herkenbare en verborgen aspecten van de onderneming, wordt deze wel eens met de metafoor van een ijsberg vergeleken: het formele en officiële aspect van een bedrijf is zichtbaar boven de waterspiegel, maar datgene wat niet zichtbaar is onder het wateroppervlak, kan als bedrijfscultuur worden aangeduid (De Blécourt-Maas, 2007g). Concreet gaat het dan om normen, ongeschreven gedragsregels waardoor de medewerkers weten hoe ze zich binnen het bedrijf moeten gedragen. Ook bepaalde waarden drukken een stempel op de cultuur binnen een onderneming. Deze zijn weinig specifiek en nogal abstract, maar medewerkers laten zich wel in de gedrags- en handelwijze daardoor leiden. Ook de niet-officiële aspecten van het bedrijf, of het informele circuit, kunnen een invloed uitoefenen op de mensen die er werken en hun gedrag bepalen. De invloed van de bedrijfscultuur dient niet onderschat te worden. Het gaat om voor het bedrijf kenmerkende manieren van denken, die tot uitdrukking komen in het gedrag van alle medewerkers. Medewerkers vinden een houvast in deze betekenisgevende cultuur. Omwille van die reden wordt er ook wel eens gesproken over gedragsprogrammering: de cultuur wordt vergeleken met de software, die in de hoofden van de medewerkers zit en hun gedrag programmeert (De Blécourt-Maas, 2007g).

De kans dat een belangrijke verandering binnen een bedrijf wordt geaccepteerd, is groter naarmate er aansluiting wordt gezocht bij de aanwezige bedrijfscultuur. Er worden vier cultuurtypologieën onderscheiden, en bij elk van de typen hoort een stijl van leidinggeven die kenmerkend is voor het cultuurtype. Ook zal het bepalend zijn voor de wijze waarop een beslissing of een verandering in een onderneming moet worden aangebracht en geïnitieerd. Deze typologieën zijn de ondersteunende cultuur, de innovatieve cultuur, de respect-voor-regels cultuur en de doelgerichte cultuur (De Blécourt-Maas, 2007g – Bijlage 3).

#### 5.3.4 De bedrijfscultuur in laboratoria: respect-voor-regels

Omdat het werk in een chemisch laboratorium erg routinematig en procedureel verloopt, is het individueel gedrag van medewerkers eveneens voor een groot gedeelte vastgelegd en sterk beheerst. Daarom zal in een chemisch laboratorium de respect-voor-regels cultuur vaak te vinden zijn. Toch hangt dit ook af van de grootte van het bedrijf: in kleinere laboratoria, waar de afstand tussen de leidinggevendenden en de werknemers niet al te groot is en er voldoende inspraak is, kan de ondersteunende cultuur eveneens ingang vinden.

### 5.4 Bedrijfsmissie en strategische doelstellingen

Managementsystemen stellen een bedrijf in staat om hun activiteiten en de effecten ervan, op een systematische wijze te beheersen, te controleren en te verbeteren (Nederlands Normalisatie Instituut, 2004). Vooraleer een managementsysteem kan worden geïmplementeerd, is het van belang dat de directie aangeeft in welke richting het bedrijf uit moet gaan. Dat doet ze door een missie en doelstellingen vast te leggen:

#### 5.4.1. De bedrijfsmissie

De directie van een onderneming heeft een missie opgesteld waarin ze verwoordt waar het bedrijf voor staat en waar het op korte en lange termijn naartoe wil.

Eigenlijk gaat het hier om het legitimeren van haar feitelijke bestaansrecht: wat is de bestaansreden van het bedrijf en waaruit bestaat de waardecreatie van haar activiteiten voor alle betrokken stakeholders. Ook de manier waarop het bedrijf in de maatschappij verankerd is, wordt in een missie geformuleerd. Zo is te lezen in de bedrijfsmissie van de Peterson Control Union Group (2009), de moederholding van TLR International Laboratories, dat de onderneming diversiteit onder zijn medewerkers stimuleert en niet zal discrimineren op basis van geslacht, etnische afkomst, religieuze overtuiging, handicap of seksuele geaardheid. Ook verlangt het bedrijf integriteit van de werknemers en neemt het uitdrukkelijk afstand van onethische bedrijfspraktijken.

#### 5.4.2. Strategische doelstellingen: marktgericht, financieel en maatschappelijk.

Strategische doelstellingen kunnen op drie verschillende niveaus worden gesitueerd (zie eveneens pagina 3, figuur 1.1).

Naast de centrale overlevingsdoelstelling van een bedrijf worden drie typen van strategische doelstellingstypes gedefinieerd: markt-, financiële- en maatschappelijke doelstellingen (De Blécourt-Maas, 2007h). Deze drie soorten doelstellingstypes vormen noodzakelijke voorwaarden die moeten worden gerealiseerd om de centrale overlevingsdoelstelling te bereiken:

- a. De marktdoelstellingen hebben betrekking op het commerciële aspect van het bedrijf. Het gaat dan om het consolideren of vergroten van het marktaandeel dat een onderneming heeft, het exploreren van potentiële marktkansen en het zich profileren als marktleider.
- b. Nauw gekoppeld aan de marktdoelstellingen zijn de financiële doelstellingen. Doorgaans kunnen deze laatste pas worden gerealiseerd wanneer de marktdoelstellingen een gunstig verloop kennen. Het gaat om een gezonde financiële balans en het kunnen financieren van stabiele groei. Ook de uitkering van dividenden aan aandeelhouders is niet onbelangrijk.
- c. Een derde categorie omvat de maatschappelijke doelstellingen, die door derden zoals de samenleving, de politiek en klanten aan het bedrijf worden opgelegd.

#### 5.4.3 Strategische doelstellingen voor het laboratorium

Een laboratorium zal er in de eerste plaats naar streven om aan haar overlevingsdoelstelling (paragraaf 1.1.3) te voldoen: door het analyseren van een rendabele hoeveelheid monsters is de continuïteit van het bedrijf verzekerd. Op commercieel vlak is de doelstelling het verruimen van het analyseaanbod, zodat er een bredere pakket aan de markt kan worden aangeboden.

Laboratoria staan niet los van de maatschappij, ze zijn er onderdeel van. Ze hebben sociale verantwoordelijkheid ten opzichte van hun medewerkers, aan wie ze werk verschaffen. Een billijke beloning van het personeel en het inrichten van een zo gezond mogelijke werkomgeving zijn hierbij van belang. Ook de zorg voor het milieu, het verduurzamen van de activiteiten, is een voorbeeld van een maatschappelijke doelstelling.

Het verminderen van het energiegebruik alsook het terugdringen van de hoeveelheid chemisch afval zijn twee concrete doelstellingen voor een laboratorium. Omdat het accent hierbij sterk ligt op het ‘planet’ aspect van duurzaam ondernemen, gaat het om maatschappelijke doelstellingen. Binnen het begrippenkader van een milieumanagementsysteem valt dit alles onder ‘milieudoelstellingen’.

### 5.5. Milieumanagementsystemen: kenmerken

#### 5.5.1 Hoofdelementen

Een milieumanagementsysteem richt zich toe op het verwezenlijken en bereiken van de milieudoelstellingen volgens de systeembenadering.

In een milieumanagementsysteem zijn acht hoofdelementen te onderscheiden (de Blécourt-Maas, 1997h):

##### a. milieubeleidsverklaring:

De directie van het laboratorium toont haar betrokkenheid aan door het formuleren van de strategische doelstellingen in de milieubeleidsverklaring. Deze verklaring zal aan alle stakeholders worden bekendgemaakt: medewerkers, klanten en derde partijen, die bij het bedrijf betrokken zijn. Zo wordt het engagement van het bedrijf aan iedereen duidelijk gecommuniceerd. Bij het niet nakomen van haar beloften, kan het laboratorium erop worden aangesproken. Er is in dit geval sprake van een maatschappelijke controle.

##### b. milieuplan:

De aanpak voor het verwezenlijken van de milieudoelstellingen wordt in het milieuplan geconcretiseerd.

Hierbij worden de concrete acties benoemd, de betrokken actoren aangeduid en termijnen vastgelegd, waarbinnen de doelstellingen moeten worden gerealiseerd.

De directie zal een staffunctionaris aanstellen die verantwoordelijk wordt voor de coordinatie van het milieuplan. Deze milieumanager of milieucoördinator zal de voortgang ervan aan de directie rapporteren.

c. integratie in de bedrijfsvoering:

De acties die moeten leiden tot het verwezenlijken van de milieudoelstellingen moeten worden geïntegreerd in de bedrijfsvoering. Deze integratie verloopt volgens het ontworpen milieuplan. Het opnemen van procedures in een milieuhandboek is een veelgebruikte manier om de acties te verankeren in de bedrijfsvoering. Vaak gebeurt dit in aansluiting op een reeds geïmplementeerd kwaliteitsmanagementsysteem (paragraaf 5.6).

d. meet- en registratiesysteem:

Milieudoelstellingen zoals het verminderen van het energiegebruik en de hoeveelheid chemisch afval vereisen meet- en regelsystemen. Het energiegebruik kan bijvoorbeeld maandelijks worden genoteerd en periodiek geëvalueerd. Vervolgens kan het worden vergeleken met voorgaande jaren en kan indien nodig, actie worden ondernomen om het nog meer te doen dalen. De afvoer van chemische stoffen kan eveneens op die wijze in kaart worden gebracht en waar nodig worden verminderd door het aanwenden van alternatieven. De concrete metingen stellen het laboratorium in staat om vooruitgang in de milieudoelstellingen cijfermatig vast te stellen.

e. interne controles:

Het uitvoeren van interne controles is nodig om de meetgegevens te verifiëren en op te volgen. Hierdoor kunnen calamiteiten of excessen in bijvoorbeeld het energiegebruik worden gesignaleerd en gecorrigeerd. Tijdens interne controles kan ook worden geverifieerd of medewerkers zich houden aan de procedures, die worden opgenomen in het milieuhandboek. Na een interne controle wordt er, waar nodig, bijgestuurd. De milieucoördinator speelt hierin een belangrijke rol.

f. interne voorlichting en opleiding:

Alle medewerkers van het laboratorium zijn betrokken actoren in het milieumanagementsysteem. Ze moeten worden ingelicht en opgeleid over de consequenties ervan voor de activiteiten in het laboratorium. Zo moeten ze vertrouwd zijn met de milieudoelstellingen en moet er voldoende kennis zijn van de milieuprocedures, die op hun specifieke activiteiten van toepassing zijn. Een intern opleidingsplan is een instrument om de behoefte aan voorlichting en opleiding in kaart te brengen en in te plannen.

g. interne en externe rapportages:

De voortgang van het verwezenlijken van de milieudoelstellingen moet aan de directie worden gerapporteerd. Ook naar de stakeholders kan het laboratorium in milieuverslaggeving rapporteren wat de huidige stand van zaken is door het publiceren van een extern rapport. De interne rapportages gebeuren veelal in de vorm van een intern auditverslag. Tijdens een interne audit zal de milieucoördinator de status van de concrete acties, zoals ze zijn opgesteld in het milieuplan toetsen aan de realiteit van het laboratorium. Het verifiëren of alle van toepassing zijnde milieuprocedures worden gevolgd, is een tweede belangrijk element van de interne audit. Bij niet naleven van deze procedures, kunnen vervolgacties nodig zijn.

h. doorlichting of audit.

Wanneer het milieumanagementsysteem volledig operationeel is, kan de directie van het laboratorium ervoor kiezen om dit te laten doorlichten. Wanneer deze doorlichting wordt gebruikt om het systeem te toetsen aan standardeisen, gaat het om een certificatie-audit. Ook de overheid of klanten kunnen het verzoek hebben om het milieumanagementsysteem te komen verifiëren. In dit geval gaat het om een externe audit.

Voorbeelden van zulke normen die standardeisen formuleren zijn BS 7750, de ISO 14001 en het EMAS (De Blécourt-Maas, 1997i).

#### 5.5.2. ISO 14001: Milieumanagementsystemen: eisen met richtlijnen voor gebruik

Een bedrijf dat op een georganiseerde en geplande manier haar milieudoelstellingen wil realiseren, kan hiervoor gebruik maken van normdocumenten, die standardeisen formuleren zoals ISO 14001. ISO staat voor de International Organisation for Standardization. Deze organisatie, met hoofdzetel in Genève, is het netwerk van de nationale standaardisatie-instellingen van 146 landen en ontwikkelde meer dan 15.000 internationale normen voor zowel industrie, overheid als maatschappij (ISO, 2005).

De behoefte aan een wereldwijd toepasbare, uniforme wijze van het managen van milieueffecten, noopte de ISO in 1996 tot het ontwikkelen van een normdocument voor milieumanagementsystemen. Deze norm werd herzien in 2004. In de ISO 14001 staan eisen en criteria vermeld die een bedrijf moet volgen wil het op een consistente wijze milieumanagement toepassen. Wanneer een organisatie de criteria uit de norm in het bedrijfsproces implementeert, dan zal het op een aantoonbare manier de milieueffecten van haar activiteiten kunnen beheersen. Deze norm was in 2007 ingevoerd in meer dan 154.500 bedrijven uit 148 verschillende landen (ISO, 2009).

Het is gebruikelijk dat een milieumanagementsysteem wordt gecertificeerd (Nederlands Normalisatie Instituut, 2004). Een externe certificatie-instantie zal door middel van een interne audit het bedrijf doorlichten en toetsen of alle vereisten van de ISO 14001 norm geïmplementeerd zijn (De Blécourt-Maas, 1997j). Als dat het geval is, wordt een certificaat uitgereikt.

Hierdoor krijgt het systeem naast een managementfunctie, eveneens een externe verantwoordingsfunctie naar derden. Het voordeel van het hebben van een certificaat is dat een bedrijf kan aantonen dat zij redelijkerwijs zoveel mogelijk heeft gedaan om milieuschade te beperken. Daarnaast verhoogt het bedrijf zijn milieu-imago. Een ander argument voor certificatie is de mogelijkheid om een milieuvergunning op hoofdlijnen te verkrijgen. De vergunning wordt dan gekoppeld aan het milieumanagementsysteem waarbij bedrijf en vergunningverlenende instantie gezamenlijk de hoofdlijnen van het milieubeleid vaststellen. In plaats van de traditionele middelvoorschriften staan er nu doelvoorschriften in de vergunning. Het bedrijf kan zo op een meer flexibele manier invullen welke maatregelen ze zal nemen om de milieudoelen te halen (De Blécourt-Maas, 1997c).

De structuur van het ISO 14001 normdocument is qua opzet vergelijkbaar met andere ISO normen voor managementsystemen, zoals ISO 9001. Het bestaat uit een voorwoord en een inleiding. Daarna volgen drie informatieve hoofdstukken. Dan komen de inhoudelijke eisen ten aanzien van milieumanagementsystemen aan bod in het vierde hoofdstuk.

Tenslotte bevat het normdocument twee bijlagen met aanvullende informatie over de implementatie van een milieumanagementsysteem (Bijlage 4).

## **5.6. Integratie van een milieumanagementsysteem bij laboratoria**

### **5.6.1. Kwaliteits-, arbo- en milieumanagementsystemen (KAM)**

Naast ISO 14001 bestaan er nog andere normen voor managementsystemen. Zo is er de ISO 9001, de meer algemene norm voor kwaliteitsmanagement en de ISO 17025, de norm voor het aantonen van competentie van testlaboratoria. Beide kwaliteitsnormen hebben inhoudelijke raakvlakken met ISO 14001 voor wat betreft algemene eisen aan managementsystemen, zoals bijvoorbeeld aantonen van directiebetrokkenheid, organisatie van interne audits, opzetten van een opleidingsplan of het invoeren van corrigerende maatregelen. Deze gemeenschappelijke kenmerken zijn niet toevallig door de International Organisation for Standardisation gekozen: de drie normdocumenten bevatten immers dezelfde eisen met betrekking tot het continue verbeteren van de bedrijfsprocessen.

Ook worden deze systeemnormen gekenmerkt door de planning-, uitvoering, controle en bijsturingssystematiek ('Plan-Do-Check-Act' systematiek of Deming-cirkel) (De Blécourt-Maas, 1997k).

Het toepassingsgebied van deze drie normen is wel verschillend. ISO 14001 is gericht op de milieueffecten van bedrijfsactiviteiten, terwijl ISO 9001 de kwaliteit van het geleverde product of dienst centraal stelt. ISO 17025 is een norm waarmee laboratoria kunnen aantonen dat ze consistente en betrouwbare analyseresultaten produceren. De procesbenadering blijft in de drie vernoemde normen hetzelfde. Om die reden is er in bedrijven, die zowel een kwaliteitssysteem als een milieumanagementsysteem voeren, sprake van een 'KAM'-systeem. KAM staat voor kwaliteit, arbo en milieuzaken, gevat in één enkel beheerssysteem (Bernardo, 2008).

### **5.6.2. Raakvlakken en verschillen tussen ISO 17025, ISO 9001 en ISO 14001**

Niet enkel milieumanagement, maar ook de basisbeginselen van efficiënt bedrijfsmanagement, zoals bijvoorbeeld klachtenafhandeling, beheersing van documentatie en registraties, klantenbinding en klanttevredenheid, personeelsbeleid, opleiding en training, zijn door de ISO in een normdocument opgenomen: de ISO 9001 standaard. Reeds in 1987 introduceerde de ISO de eerste norm voor kwaliteitsmanagementsysteem, vervolgens werd een start genomen met normen voor milieumanagement en arbo. De ISO 9000 normserie moet een bedrijf in staat stellen om het door haar vastgestelde kwaliteitsbeleid en doelstellingen op een systematische en aantoonbare manier te verwezenlijken.

In 2001 werd de ISO 17025 norm ontwikkeld voor laboratoria die test- en analyseresultaten produceren. De nadruk ligt hierbij op het aantonen van de juistheid van de analysemethoden, de gebruikte apparatuur en de competentie van het personeel (ISO, 2009).

Milieuaspecten komen in deze norm nauwelijks aan bod: daarom zijn het enkel de algemene eisen uit hoofdstuk 4 van de ISO 17025 die overlap vertonen met de algemene eisen van de ISO 14001.

De ISO 17025 en ISO 9001 zijn normen die een grotere overlap met elkaar vertonen (Bijlage 5). Dit is goed te herkennen aan de normhoofdstukken waarin de documenttechnische inrichting van het managementsysteem staat beschreven. Een aantal elementen van de in 2000 gepubliceerde ISO 9001 werden in 2005 in de ISO 17025 opgenomen (Nederlands Normalisatie Instituut, 2005).

Het gaat bijvoorbeeld om eisen als het registreren en opvolgen van afwijkingen in de bedrijfsprocessen (ook non-conformiteiten genoemd) en klachten, het aantonen van klantentevredenheid, het plannen en uitvoeren van interne audits en het opleiden van medewerkers.

De ISO 14001 heeft dezelfde documenttechnische overeenkomsten met ISO 9001. Omwille van de hierboven genoemde raakvlakken, is integratie van managementsystemen met ISO 14001 mogelijk (Bernardo et al., 2008).

### 5.6.3. Integratie van ISO 17025 en ISO 14001: aanpak

Omwille van de algemene overeenkomsten tussen de hierboven vermelde managementsystemen, en de beheersbaarheid ervan, zullen bedrijven die beide systemen willen implementeren, integratie ervan als wenselijk ervaren. Bij deze integratie kunnen drie stappen worden onderscheiden (Bernardo et al, 2008):

a. Een eerste stap is het bepalen van de integratiestrategie. Het gaat dan vooral om de vraag welk systeem als leidend wordt aangehouden en welk systeem wordt ingepast: eerst het kwaliteitssysteem of eerst het milieumanagementsysteem? Ingeval er van nul wordt gestart, kan de keuze vallen op het simultaan invoeren van beide systemen.

b. Een tweede stap in het integratieproces omvat de gehanteerde methodiek. Daarbij moeten bedrijven zelf een selectie maken uit managementtechnieken om de integratie door te voeren. Er kan worden gekozen voor het expertmodel, waarbij een adviseur van buitenaf tijdelijk wordt aangetrokken om het integratieproces te begeleiden. Bij het leermodel wordt eveneens een adviseur ingeschakeld, maar ligt de nadruk op het creëren van situaties waaruit de organisatie kan leren. Hierdoor treedt bewustwording op bij de betrokken projectgroepen, stuurgroepen, werkgroepen en het managementteam, die elk hun specifieke rol vervullen in het veranderingsproces (De Blécourt-Maas, 1997g).

c. Een derde aspect kenmerkt zich door de graad van integratie. Het gaat dan om de keuze of de integratie beperkt, gedeeltelijk of volledig wordt doorgevoerd. Bernardo, Casadesus, Karapetrovic en Heras concludeerden dat 79% van de gecontacteerde bedrijven gaan voor een volledige integratie van het milieumanagementsysteem in het huidige kwaliteitssysteem (Bernardo et al, 2008).

Tenslotte kan er voor worden gekozen om het milieumanagementsysteem te laten certificeren, wat als voordeel heeft dat het bedrijf aantoonbaar kan maken dat het zich daadwerkelijk inzet voor het mitigeren van milieubelasting door beheersing van haar activiteiten (paragraaf 7.2.2). Wanneer laboratoria ervoor kiezen om een milieumanagementsysteem te implementeren, is integratie met het ISO 17025 systeem de meest logische stap.

Wanneer een laboratorium nog geen kwaliteitsmanagementsysteem voert, dan is de vraag welke strategie het meest geschikt is, niet aan de orde.

Door te voldoen aan de eisen, zoals gesteld in de ISO 14001, zal het laboratorium op een systematische wijze haar milieueffecten kunnen beheersen, maar zal het daarom nog niet voldoen aan de specifieke eisen van ISO 17025. Deze laatste norm is immers specifiek gericht op het beheersen van de analysemethodiek en zijn het enkel de algemene eisen die aan een managementsysteem worden gesteld, die vergelijkbaar zijn met ISO 14001.



## Hoofdstuk 6. Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium

### 6.1. Inleiding

Een chemisch laboratorium onderscheidt zich van een doorsnee kantooromgeving door een hogere complexiteit van de activiteiten die er worden uitgevoerd (Sartor, Piette en Tschudi, 2000). De reden hiervoor zijn de gespecialiseerde, hoogtechnologische analyseapparatuur, het hogere energieverbruik en de toepassing van chemicaliën in het analyseproces. Hieraan zijn milieurisico's verbonden. Omwille van die risico's lijken de activiteiten van een laboratorium manifest onduurzaam te zijn: het hogere energieverbruik en het toepassen van chemische stoffen zorgen namelijk voor milieueffecten zoals emissies van CO<sub>2</sub> en risico's op lozingen van chemische residuen in het afvalwater.

Dit hoofdstuk gaat dieper in op het hoofdthema van dit onderzoek. Het behandelt de manier waarop een laboratorium het concept van duurzaam ondernemen in de bedrijfsvoering kan operationaliseren aan de hand van onderstaande onderzoeksvragen:

- *Wat is duurzaam ondernemen en wat verstaat een chemisch laboratorium onder duurzaam ondernemen?*
- *Welke criteria voor duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium kunnen worden opgesteld en welke algemene knelpunten kunnen daaruit worden afgeleid?*

Paragraaf 6.2 bespreekt het noodzakelijke veranderingsproces van de doorgaans éézijdig op winst gebaseerde vorm van generieke bedrijfsvoering naar duurzaam ondernemen. In paragraaf 6.3 wordt ingegaan op de betekenis van duurzaam ondernemen voor een chemisch laboratorium. Paragraaf 6.4. bespreekt de criteria, die een laboratorium kan vooropstellen om duurzaam ondernemen op een concrete manier te vertalen naar haar specifieke situatie.

Hierbij is het accent sterk 'planet' gericht: het verduurzamen van het energie- en chemicaliëngebruik staan centraal. In de laatste paragraaf worden de knelpunten belicht die kunnen optreden bij het invoeren van de vooropgestelde maatregelen.

### 6.2. Het veranderingsproces naar duurzaam ondernemen

Duurzaam ondernemen betekent dat een bedrijf in de uitvoering van al haar activiteiten aandacht moet hebben voor de economische, ecologische en sociaal-maatschappelijke consequenties van de bedrijfsvoering. In de jaren, volgende op de publicatie van het rapport 'Limits To Growth' van de Club van Rome (Meadows, D.I., Meadows, D.H., Randers, J. en Behrens III, W., 1972) kwamen milieuthema's en de problematiek van duurzame ontwikkeling steeds vaker op de politieke agenda terecht.

In 2000 werd door de Nederlandse Sociaal Economische Raad (SER) het document *De winst van Waarden: Advies over Maatschappelijk Ondernemen* gepubliceerd (SER, 2000). Hierin stonden algemene richtlijnen over het concept van duurzame ontwikkeling en daaraan gekoppeld het maatschappelijk verantwoord, of duurzaam ondernemen van bedrijven. Het rapport zou uiteindelijk de aanleiding vormen voor reacties vanuit de overheid, zoals het organiseren van een kenniscentrum rond duurzaam ondernemen, en het opstellen van een richtlijn voor duurzame aankopen door de overheid (Woestenenk, 2007).

Deze ontwikkelingen hebben de aanzet gegeven voor het positioneren van duurzaam ondernemen in het maatschappelijk debat van de laatste jaren. Het begrip maakt nu integraal deel uit van het veranderingsproces naar een meer duurzame samenleving. Een factor van belang is de daarvoor noodzakelijke gedrags- en attitudeverandering, zowel bij particulieren als in bedrijven.

Er bestaan slechts een beperkt aantal instrumenten die de overheid gebruikt om duurzaam ondernemen in bedrijven te stimuleren. Het gaat immers om bovenwettelijk gedrag, dat moeilijk met juridische regels dwingend is op te leggen (De Blécourt-Maas, 2007a). Het promoten van milieumanagementsystemen is één van die instrumenten. Bij de vergunningverlening wordt een bedrijf aangespoord om werk te maken van de implementatie van milieumanagementsystemen als bijkomend instrument om aan de vergunningseisen te voldoen (Ministerie van VROM, 2009c). In de vergunning staan onder meer eisen, die gesteld worden aan lozingen van afvalwater, het invoeren van een chemicaliënbeheer en het onderzoeken of energiebesparende maatregelen in het laboratorium kunnen worden toegepast. Door deze vorm van directe regulering zorgt de wetgever voor een koppeling van de bedrijfsvoering in het laboratorium met het concept van duurzaam ondernemen (Van der Leek-Oudt, 2007c). Hierbij wordt vastgesteld dat de duurzaamheidscriteria voor de meeste laboratoria uitgesproken ‘planet’ gericht zijn.

### **6.3. Betekenis van duurzaam ondernemen voor het chemische laboratorium**

#### **6.3.1 Waardecreatie door duurzaam ondernemen**

Het introduceren van duurzaam ondernemen zorgt voor waardecreatie (Van der Leek-Oudt, 2007c):

- a) In de eerste plaats kan een laboratorium aantonen dat het niet alleen economische winst, maar tevens de zorg voor mens en milieu centraal stelt. Dit is gunstig voor het marketingprofiel en voor het bedrijfsimago en kan een gunstige invloed hebben op het aantrekken van potentiële klanten. De waardecreatie is in dit geval economisch gericht, het ‘profit’ aspect (paragraaf 1.1.3).
- b) Ten tweede kunnen laboratoria die naast zorg voor een schoon milieu, ook veilige en aanvaardbare werkomstandigheden aan hun werknemers aanbieden, rekenen op toegenomen loyaliteit van hun medewerkers, het ‘people’ aspect (paragraaf 1.1.1). Hierbij kan onnodig personeelsverloop worden tegengegaan hetgeen de continuïteit van de werkzaamheden bevordert.
- c) Ten derde stimuleert duurzaam ondernemen, laboratoria om anders om te gaan met chemicaliën en verspilling te vermijden. Hierbij gaat het om ecologische waardecreatie, die eveneens kostenbesparend kan zijn, het ‘planet’ aspect (paragraaf 1.1.2).
- d) Duurzaam ondernemen kan ook zorgen voor een verbetering van de synergie tussen de verschillende bedrijfsonderdelen. De synergie of samenhang is sterker naarmate de bedrijfsonderdelen elkaar beter aanvullen. Zo kan een optimaliseren van het aankoopbeleid de opslag van gevaarlijke stoffen in het laboratorium verminderen, wat het risico op calamiteiten doet verkleinen.
- e) Tenslotte kan het bedrijf betere toegang krijgen tot de kapitaalmarkten. Bij een laboratorium dat op een bewuste manier omgaat met milieurisico’s, zijn calamiteiten en bijgevolg financiële risico’s voor verzekeringsmaatschappijen en banken kleiner.

De accenten die een laboratorium legt bij het concretiseren van duurzaam ondernemen, zullen verschillen van andere bedrijfstypes. Ook kunnen verschillen tussen laboratoria onderling bestaan. Het is daarom niet mogelijk om één standaardaanpak te formuleren waarmee duurzaam ondernemen kan worden geoperationaliseerd (Cramer, 2007c). Ondernemingen die bijvoorbeeld uitsluitend kantoorgebonden activiteiten uitvoeren, hoeven zich minder zorgen maken om het ‘planet’ accent dan een chemisch laboratorium.

Een bedrijf dat vestigingen heeft in landen met een onstabiel politiek regime zal meer aandacht moeten besteden aan de sociaal-maatschappelijke aspecten van duurzaam ondernemen. Uitbuiting of slechte werkomstandigheden vormen er een groter risico.

### 6.3.2. Introduceren van duurzaam ondernemen

Het introduceren van duurzaam ondernemen in een bedrijf is een veranderingsproces dat in fasen verloopt. Dit kan in eerste instantie voor verwarring zorgen bij medewerkers. Routines in hun dagelijkse bezigheden geven hen namelijk zekerheid en stabiliteit. Een veranderingsproces gooit die zekerheid in eerste instantie volledig overboord (de Blécourt-Maas, 1997).

De drie fasen waarin duurzaam ondernemen in een laboratorium kan worden geïntroduceerd, zijn dezelfde als die voor het implementeren van andere projecten, zoals een kwaliteitsmanagementsysteem of een ICT project. Ook dergelijke projecten kenmerken zich door een grote onzekerheid en ambiguïteit in de beginfase (Quinn, 2008).

- a. In een eerste fase is er een diffuse ontvankelijkheid. Sommige medewerkers herkennen mogelijke aangrijpingspunten voor het thema terwijl anderen dit niet doen. Wanneer medewerkers de overgang van herkenning naar erkenning maken, is de eerste fase achter de rug.
- b. In een volgend stadium wordt het thema concreet zichtbaar gemaakt. In deze tweede fase wordt een projectcoördinator aangesteld die het concept kan uitdragen binnen het hele laboratorium. Op die manier komt er meer steun en aanhang voor het thema en kan het onderdeel worden van de bedrijfscultuur. Dit zorgt ervoor dat een draagvlak wordt gecreëerd. In deze fase maakt duurzaam ondernemen onderdeel uit van het bestaande kader van bedrijfswaarden.
- c. In de derde en laatste fase is de mentaliteitswijziging voltooid en zal het laboratorium erkennen dat er in plaats van uitsluitend het economisch kapitaal, ook sociaal-maatschappelijk en ecologisch kapitaal bestaat dat essentieel is om de continuïteit van het bedrijf te garanderen

Er worden een aantal hoofdactiviteiten onderscheiden om duurzaam ondernemen gestructureerd aan te pakken (de Blécourt-Maas, 2007a).

Deze hoofdactiviteiten zijn de volgende:

- het inventariseren van de verwachtingen en eisen van de stakeholders;
- het formuleren van een voorlopige bedrijfsmissie en visie aangaande duurzaam ondernemen;
- het ontwikkelen van een strategie op korte, maar zeker ook voor de lange termijn en het opstellen van een concreet actieplan;
- het opzetten van een monitorings- en rapporteringssystematiek zal de voortgang van het actieplan bewaken;
- verankering en integratie in de bestaande kwaliteit- en managementsystemen;
- het communiceren over de behaalde resultaten.

### 6.3.3 Duurzaam ondernemen en de koppeling naar milieumanagement

Het opzetten en implementeren van een milieumanagementsysteem kan een laboratorium in staat stellen de hoofdactiviteiten voor duurzaam ondernemen te concretiseren.

De acht hoofdelementen van milieumanagementsystemen sluiten hierop immers nauw aan (tabel 6.1):

Hoofdelementen MMS	Hoofdactiviteiten duurzaam ondernemen
milieubeleidsverklaring	verwachtingen en eisen van stakeholders bedrijfsmissie en visie duurzaam ondernemen strategie op lange termijn
milieuplan	strategie korte termijn en actieplan
integratie in de bedrijfsvoering	verankering en integratie in (bestaande) managementsystemen
meet- en registratiesysteem	monitoringsystematiek
interne controles	monitoringsystematiek
interne voorlichting en opleiding	communiceren over behaalde resultaten
interne en externe rapportages	rapporteringssystematiek
doorlichting of audit	monitoringsystematiek rapporteringssystematiek

**Tabel 6.1. Overeenkomsten tussen de hoofdelementen van een Milieu Management Systeem (MMS) en de hoofdactiviteiten voor duurzaam ondernemen.**

Elke hoofdactiviteit, nodig voor het operationaliseren van duurzaam ondernemen, kan worden gekoppeld aan één of meer hoofdelementen van een milieumanagementsysteem:

- a. In de milieubeleidsverklaring worden de missie, visie en strategie op de lange termijn door de directie verwoord. Ook de stakeholders kunnen worden betrokken bij het opstellen ervan en hun verwachtingen, eisen of suggesties kunnen onderdeel uitmaken van de milieubeleidsverklaring. Het is immers niet ondenkbaar dat bijvoorbeeld buurtbewoners hun ongerustheid wensen te uiten over de nabijheid van een laboratorium in hun buurt.
- b. Het milieuplan legt de strategie op de korte termijn vast. Het gaat hier om concrete acties, de planning ervan, de verantwoordelijkheden en de benodigde middelen. De eindverantwoordelijk ligt bij de milieucoördinator. Hij of zij rapporteert de voortgang van de acties aan de directie.

- c. Duurzaam ondernemen vraagt de integratie van de uitgevoerde acties in bestaande kwaliteits- en milieumanagementsystemen. Laboratoria kunnen geaccrediteerd zijn volgens de ISO 17025 norm. Hierdoor is er door het reeds bestaande kwaliteitsmanagementsysteem al voldoende basis aanwezig om duurzaam ondernemen te verankeren.
- d. Meet-en regelsystemen komen overeen met de monitoringssystematiek van de hoofdactiviteiten van duurzaam ondernemen. Het meten van emissies, energieverbruik of chemische stoffen in afvalwater stelt het laboratorium in staat bij te sturen waar nodig. Ook interne controles vormen hier een onderdeel van.
- e. Het voorlichten en opleiden van de medewerkers is een essentieel onderdeel om betrokkenheid te verkrijgen bij het veranderingsproces naar duurzaam ondernemen. Hierbij zullen reeds behaalde resultaten stimulerend werken.
- f. Interne en externe rapportages leggen de resultaten vast en worden gecommuniceerd met de stakeholders.
- g. Tenslotte wordt tijdens een doorlichting of audit geëvalueerd in hoeverre de hoofdactiviteiten van duurzaam ondernemen in het laboratorium zijn doorgevoerd. Deze audit maakt deel uit van het milieumanagementsysteem.

#### **6.4. Criteria voor duurzaam ondernemen**

##### **6.4.1. Criteria voor duurzaam ondernemen in het laboratorium**

Net zomin als er een standaardaanpak bestaat om duurzaam ondernemen te introduceren in een bedrijf, zijn er uniforme criteria te formuleren waarop het bedrijf zich moet richten. Criteria, gesteld aan duurzaam ondernemen, kunnen daarom van uiteenlopende aard zijn en hangen in sterke mate af van de specifieke kernactiviteiten van het bedrijf. Wanneer wordt gekeken naar de 'triple P' benadering van duurzaam ondernemen, dan wordt een ecologisch, economisch of sociaal-maatschappelijk accent onderscheiden genoemd (Elkington, 1997). Voorbeelden van ecologische criteria zijn onder meer het aanschaffen van energiezuinige apparatuur, het stellen van bepaalde "groene" eisen aan leveranciers, of een beleid opstellen om op verantwoorde wijze om te gaan met papier. Ook bouwtechnische criteria aan de infrastructuur kunnen een ecologische impact hebben: betere isolatie van muren en wanden en het gebruik maken van dakvensters voor direct zonlicht zijn hiervan voorbeelden. Het zorgen voor een gezondere werkplek voor de werknemers of het investeren in opleiding zijn voorbeelden van sociaal-maatschappelijk criteria. Investeren in projecten die onderzoek doen naar hernieuwbare energie zijn economische gericht omdat ze in de eerste plaats bedoeld zijn om winst mee te behalen. De reikwijdte aan criteria is heel breed en divers. In een chemisch laboratorium zijn de duurzaamheidscriteria rond energie- en chemicaliëngebruik niet weg te denken: het terugdringen van het energiegebruik en de reductie van de hoeveelheid chemicaliën die worden gebruikt voor, tijdens en na het analyseproces staan er centraal.

##### **6.4.2 Energiegebruik als criterium voor duurzaam ondernemen.**

- a. Een duurzaam laboratorium design kan bijdragen aan het verminderen van het energiegebruik (NIBS, 2010). Hierbij zijn volgende maatregelen te onderscheiden:
  - bouwkundige aspecten zoals oriëntatie van werkruimten op het zuiden, isolerende beglazing van vensters en verbeteren van isolatie van muren en ramen;
  - engineering aspecten zoals het opvangen van regenwater voor sanitaire doeleinden en het optimaliseren van de ventilatiebeurten van het luchtverversing;

- optimaliseren van koeling en verwarming waarbij het isoleren van leidingen en het opvangen van restwarmte speerpunten zijn;
- het installeren van bewegingsdetectors die de verlichting in lokalen activeren is een nuttige stap in het reduceren van energie. Ook het gebruik van spaarlampen verlaagt het energiegebruik. Ook kan gebruik gemaakt worden van daglicht door het installeren van grote vensters of dakvensters. Op die manier is er minder behoefte aan kunstlicht;
- Het uitschakelen van niet in gebruik zijnde apparatuur. Dit kan vrij eenvoudig bij computers, die een slaapstand hebben. In sommige gevallen kunnen ook droogovens worden uitgeschakeld wanneer deze niet in gebruik zijn. Hierdoor wordt eveneens energie bespaard;
- Het vervangen van oude apparatuur door energiezuinige toestellen is een mogelijkheid die energie kan besparen. Ook moet worden gedacht aan het optimaliseren van nodige koelruimte zodat minder koelcellen of koelkasten nodig zijn.

b. Een tweede mogelijkheid om het energiegebruik te verduurzamen kan door zelf energie op te wekken. Bekende voorbeelden zijn de installatie van fotonvoltaïsche cellen of windturbines. Ook kan elektriciteit worden aangekocht die wordt opgewekt uit hernieuwbare grondstoffen.

#### 6.4.3 Reductie van chemisch afval als criterium voor duurzaam ondernemen

Chemicaliën worden breed ingezet in laboratoria: als solvent tijdens de monstervoorbewerking en extractie van de analyten, als reagens in het analyseproces, als referentiestandaard ter controle van de metingen, als kalibratiestof om apparatuur te ijken of als reinigingsmiddel voor bijvoorbeeld glaswerk.

Algemeen gesproken kan een analyse worden opgesplitst in twee stappen (TLR, 2009):

- in de eerste stap wordt het monstermateriaal voorbereid door mengen, malen en opdelen. Vervolgens wordt op het bekomen materiaal een extractie van de te analyseren componenten of *analyten* uitgevoerd. Deze extractie gebeurt door middel van chemische stoffen zoals bijvoorbeeld hexaan, methanol en aceton.
- in de tweede stap worden de geëxtraheerde componenten door middel van analyseapparatuur van elkaar gescheiden en gekwantificeerd. In deze stap worden eveneens chemicaliën gebruikt.

Tijdens deze twee stappen kunnen maatregelen worden getroffen om de emissies van chemicaliën in te perken. Het gaat dan om het reduceren van de hoeveelheid solventen die worden gebruikt tijdens de monstervoorbewerking (extractie), het reduceren van de hoeveelheid solventen en reagentia in de meetstap en het ontwikkelen van alternatieve analytische methoden die verminderd of geen gebruik maken van solventen.

Er zijn verschillen technieken ontwikkeld als alternatief voor de klassieke solventen in de extractiefase van het analyseproces. Hierbij worden de te analyseren componenten of *analyten* uit het monstermateriaal of *monstermatrix* gehaald (Smith, 2003). Het is van belang om een onderscheid te maken in het type van monstermatrix (Armenta, 2008): vast, vloeibaar en gasvormige matrices (Bijlage 6).

a. Alternatieve extractiemethoden voor *vaste monstermatrices* zijn onder meer 'Microwave-assisted extraction' (MAE), 'Ultrasound assisted extraction' (UAE), 'Supercritical fluid extraction' (SFE) en 'Pressurized fluid extraction' (PFE) (ook nog Pressurized liquid extraction of PLE genoemd).

b. Alternatieve extractiemethoden voor *vloeibare monstermatrices* zijn onder meer ‘Solid phase extraction’ (SPE), ‘Solid phase micro extraction’ (SPME), ‘Liquid phase micro extraction’ (LPME), ‘Single-drop micro extraction’ (SDME) en ‘Cloud point extraction’ (CPE).

c. Een extractiemethode voor *gasvorming monstermatrices* is ‘Head space analysis’

In tabel 6.2 staan een aantal alternatieve extractietechnieken vermeld per type monstermatrix met extractietijd, solventvolume en benodigde monsterhoeveelheid.

Techniek	Extractietijd	Solventvolume	Monsterhoeveelheid
<b>Soxhlet-extractie</b>	6 tot 24 uur	100 tot 500 ml	1 tot 50g
<b>Monstermatrix</b>			
<b>a. VAST</b>			
MAE	10 tot 30 min	10 tot 50 ml	1 tot 20g
UAE	5 tot 45 min	50 tot 200 ml	1 tot 30g
SFE	10 tot 45 min	2 tot 5 ml*	1 tot 5g
PFE (PLE)	10 tot 30 min	10 tot 100 ml	1 tot 30g
<b>b. VLOEIBAAR</b>			
SPE	tot 70 min	enkele ml	---
SPME	tot 70 min	enkele ml	---
LPME	tot 15 min	10 tot 25 µl	---
SDME	tot 5 min	enkele µl	---
CPE	tot 20 min	surfactant - 10 ml	10 ml
<b>c. GAS / DAMP</b>			
Head Space Analysis	---	geen solvent	---

**Tabel 6.2. Alternatieven voor Soxhlet-extractie met extractietijden, solventvolume en monsterhoeveelheid (Camel, 2001 en Tobiszewski, 2009). \* Indien solvent als ‘modifier’ wordt toegevoegd.**

a. Alternatieven voor vaste monstermatrices:

In vergelijking met de Soxhlet-extractie hebben de alternatieve extractietechnieken voor vaste monstermatrices een kortere looptijd, namelijk minder dan 45 minuten. Het solventvolume is eveneens gereduceerd. Bij een Soxhlet-extractie kan het volume aan solvent oplopen tot 500 ml terwijl de alternatieven MAE en PFE tot 100ml nodig hebben. Bij SFE is het solvent CO<sub>2</sub>, en is het volume afhankelijk van het soort monster en de extractietijd. Bij UAE is met een maximaal volume van 200ml solvent nog het meeste nodig van de in de tabel vermelde alternatieve technieken, maar toch is het nog meer dan de helft minder dan bij Soxhlet. Uit deze vergelijking blijkt dat er een reductie van het volume aan solvent en ook van de extractietijd mogelijk is door het gebruik van alternatieve extractietechnieken (Camel, 2001).

b. Alternatieven voor vloeibare monstermatrices:

In vergelijking met de Soxhlet-extractie hebben de alternatieve extractietechnieken SPME en CPE voor vloeibare monstermatrices een kortere looptijd, namelijk minder dan 70 minuten. Het benodigde solventvolume is minimaal, tot enkele ml.

c. Alternatieven voor gasvormige monstermatrices:

Head space analysis is een techniek die niet alleen behoort tot de alternatieve extractiemethoden. Het is een techniek die tevens wordt toegepast om vluchtige componenten te injecteren in de gaschromatografen. Head space analysis is wel opgenomen in deze paragraaf omdat het in combinatie met SPME kan worden aangewend (Pawliszyn, 1997a).

d. Technische maatregelen kunnen worden aangewend als alternatief voor chemicaliën tijdens het analyseproces (Bijlage 6).

Hierbij zijn onder meer volgende opties mogelijk (Tobiszewski, 2009):

- 'miniaturized analytical systems':

Onder de noemer 'miniaturized analytical systems' wordt de trend naar meer compacte en kleinere analyseapparatuur verstaan. Kleinere analytische apparatuur verkleint ook de hoeveelheid reagentia, monstervolumes en analysetijden.

- combinatie van monstervoorbewerking en extractie:

een tweede manier om in te grijpen in het analyseproces en zo de verschillende stappen in de monstervoorbereiding terug te dringen, is het combineren van de monstervoorbewerking en de extractiestap (Smith, 2003). Ook het koppelen van extractie en clean-up van het monster aan de eigenlijke scheiding in de chromatografie-apparatuur behoren tot de mogelijkheden.

- verhoging van de selectiviteit van de methode:

Een andere manier om componenten van elkaar te scheiden die verder gaat dan louter de fysische eigenschappen, is het verschil in moleculaire structuur en de interactie daardoor met een vaste fase. Affiniteitschromatografie is hier een goed voorbeeld van.

- derivatisering van het analyt:

in bepaalde gevallen zal de extractie onvoldoende zijn om het analyt uit de monstrematrix te halen. Derivatiseren van het analyt kan dan een oplossing bieden. Hierbij wordt door middel van een chemische reactie het analyt gekoppeld aan een ander molecuul, wat het beter detecteerbaar maakt.

e. Verbetering van het detectieproces: Een andere invalshoek om de mate van monstervoorbewerking te verminderen, is er voor te zorgen dat het detectieproces, na de scheiding, gevoelig verbetert. Dit kan door het toepassen van geavanceerde detectietechnieken zoals massaspectrometrie (MS). Hierbij worden ionen, behorend bij het analyt selectief gescheiden van ionen, afkomstig van de monstrematrix waardoor de achtergrondruis beperkt wordt. Hierdoor wordt een verbetering van de detectie bekomen.

## **6.5. Knelpunten voor duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium**

Wanneer een laboratorium de vooropgestelde criteria rond energiereductie en chemicaliëngebruik wil inpassen in het verduurzamen van de bedrijfsvoering, kunnen er een aantal knelpunten optreden, die dit proces bemoeilijken.

### **6.5.1 Knelpunten t.a.v. energiegebruik**

a. Laboratoriumapparatuur wordt gekenmerkt door een hoog energiegebruik. De producenten van hoogtechnologische apparaten zoals gaschromatografen en vloeistofchromatografen hebben nog onvoldoende aandacht voor het energiegebruik. Het analyserend vermogen krijgt de hoogste prioriteit en aandacht voor de milieueffecten van toestellen is nauwelijks aanwezig. Illustratief is dat het Amerikaanse energiekeurmerk EnergyStar geen classificatie heeft voor laboratoriumapparatuur (Mathew, P. en Sartor, D. (2009).



Duurzaam inkopen van energie-efficiënte apparatuur is voor een laboratorium om bovengenoemde redenen een knelpunt.

b. Aansluitend op het voorgaande, kan de meeste geavanceerde chromatografische analyseapparatuur niet in een energiezuinige modus worden gebruikt.

Wanneer dergelijke apparaten tijdelijk zouden worden uitgeschakeld omwille van overcapaciteit bij een lagere toestroom van monsters, kunnen nadien technische problemen optreden bij het heropstarten. Daarom is het voor een laboratorium geen gewenste optie om dergelijke apparaten tijdelijk uit te schakelen om zo energie te besparen.

c. De voorgeschreven analysemethoden uit de wet- en regelgeving laten weinig tot geen ruimte voor het toepassen van duurzamere alternatieven. Apparatuur en te volgen analysemethoden zijn als best beschikbare technieken in wetgeving verankerd waardoor potentiële energiezuinige alternatieven, zo die er al zijn, niet kunnen worden aangewend.

d. Het laboratorium kan gebruik maken van mogelijkheden om zelf energie op te wekken. Fotovoltaïsche cellen, windturbines of warmtepompen behoren tot de technische maatregelen. Een economisch knelpunt is de financiering van dergelijke projecten. Fotovoltaïsche cellen zijn nog onvoldoende rendabel zonder subsidiering, waardoor laboratoria niet altijd geneigd zijn om hierin mee te gaan. Een beperking is tevens het plafond van de subsidieregeling: voor 2010 bedraagt het maximum overheidsbudget voor de subsidieregeling duurzame energie categorie 'Zon-PV groot' 24 miljoen Euro (SenterNovem, 2010a).

Hiernaast kunnen infrastructurele problemen zoals het ontbreken van geschikte ruimte (bijvoorbeeld een te beperkte dakoppervlakte) het installeren van zonnepanelen onmogelijk maken.

Bij het plaatsen van windturbines voor elektriciteitsopwekking moeten laboratoria een milieuvergunning en een bouwvergunning aanvragen (Agentschap.NL, 2010a). Wanneer de vergunningen verleend zijn, kunnen subsidies worden aangevraagd. Deze administratieve last en de vaak lange termijnen, tot 42 weken of langer, waren in het verleden knelpunten voor een snelle invoering van deze maatregel (Koeslag, 2002). Met de in oktober 2010 ingevoerde Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) wil de overheid hier komaf mee maken en heeft ze vaste termijnen gedefinieerd die worden beperkt tot 14 weken (Overheid.nl, 2010).

e. Ventilatie- en airconditioningsystemen hebben een grote energievraag.

In chemische laboratoria moet voldoende vaak verversing van de omgevingslucht plaatsvinden. Dit gebeurt door een aantal ventilatiebeurten (ook ventilatievouden genoemd) met behulp van ventilatie en airconditioningsystemen die een intrinsiek hoge energievraag hebben (Labs for the 21<sup>st</sup> Century, 2008). In de Arbeidsomstandighedenwet wordt verwezen naar Richtlijnen 89/391/EG en 2004/37/EG waarin opgenomen is welke minimale maatregelen laboratoria moeten nemen om hun medewerkers te beschermen tegen carcinogene en mutagene stoffen (Europese Unie, 2004). Besparen op het aantal ventilatiebeurten moet daarom steeds op basis van een grondige risicobeoordeling gebeuren en moet in regel zijn met de vigerende wetgeving, hetgeen betekent dat vermindering van het aantal ventilatievouden in bepaalde gevallen niet mogelijk is.

f. Traditioneel ontwerp van laboratoria

De eerder traditionele wijze waarop laboratoria worden ontworpen, zorgt er tevens voor dat besparen op het aantal ventilatiebeurten een moeilijk haalbare besparingsmaatregel is. De eerste zorg gaat immers uit naar het kunnen onderbrengen van de benodigde analysefaciliteiten en daarna wordt gekeken naar de mogelijkheden om de ventilatiesystemen aan te brengen (Sartor, Piette en Tschudi, 2000).

g. Het recupereren van warmte uit de ventilatielucht van vervuilde ruimten is niet altijd mogelijk vanwege het risico van vluchtige organische componenten op de gezondheid van laboratoriumpersoneel.

6.5.2 Knelpunten t.a.v. chemicaliëngebruik

a. Analysemethoden en de daarbij benodigde chemische stoffen, zijn door wet- en regelgeving en internationale normen voorgeschreven (Europese Commissie, 2009a). Daarom is de vrije keuze van alternatieven, die minder milieubelastend zijn, beperkt. De in de wetgeving voorgeschreven analysemethoden worden beschouwd als zijnde de best beschikbare technieken op analytisch gebied. Dit is een belangrijk knelpunt ten aanzien van het verduurzamen van het chemicaliëngebruik. Ook wordt de onderlinge vergelijkbaarheid van analyseresultaten tussen laboratoria onderling lastiger wanneer niet met conforme methoden wordt gewerkt. Dit laatste is met name een knelpunt binnen kwaliteitszorgsystemen, waar laboratoria verplicht zijn hun prestaties te toetsen in ‘round-robin’ testen (ook nog proficiency testen of ringtesten genoemd) (TLR, 2009).

b. Het ontstaan van chemisch afval is inherent aan een laboratorium. De mogelijkheden van recycling van dit afval is zeer beperkt. Dat komt door de hoge kwaliteitseisen die worden gesteld aan chemische stoffen, vooral op het vlak van zuiverheid. Tijdens het gehele analyseproces worden deze vervuild met allerlei componenten waardoor hergebruik nagenoeg onmogelijk is (Europese Commissie, 2009b).

c. Hoewel doorgaans sneller (tabel 6.2), kan het gebruik van alternatieve extractietechnieken soms een negatieve impact hebben op de analyseduur. Zo is het gebruik van voorbeeld SFE niet voor alle soorten monstermatrices geschikt, waardoor een aanvullende monsterbehandeling nodig is, die de analyseduur verlengt (Smith, 2003). Vanuit ecologisch standpunt is dat geen knelpunt, maar het conflicteert wel met de economische kant van de bedrijfsvoering die snelle analyses vereist.

**6.6. Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium: voorlopige conclusies**

1. Duurzaam ondernemen in een chemisch laboratorium zal zich vooral richten op het ‘planet’ aspect van het ‘triple P’ concept. Het gebruik van grote hoeveelheden energie en chemicaliën is inherent aan de bedrijfsvoering van een laboratorium en creëert daarom ruimte voor verduurzaming (paragraaf 6.4.1).

2. Vanuit de wetgeving worden in de milieuvergunning een aantal concrete criteria aangereikt die laboratoria zal dwingen om bepaalde maatregelen te nemen. Het gaat om eisen die gesteld worden aan chemische stoffen in het afvalwater, metingen van het ingenomen leidingwater, het onderzoek naar energiebesparende maatregelen, het gescheiden aanbieden van afval en het invoeren van een milieumanagementsysteem (paragraaf 4.4).

3. De hoofdactiviteiten van duurzaam ondernemen sluiten goed aan op de acht hoofdelementen van een milieumanagementsysteem, wat het een geschikt instrument maakt om duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium te concretiseren (tabel 6.1).

4. De bedrijfscultuur en -structuur in het laboratorium heeft invloed op de mate waarin een veranderingsproces als duurzaam ondernemen kan worden ingevoerd. Hierbij is het van belang om alle actoren actief te betrekken en te informeren (paragraaf 5.3).

5. De ISO 14001 is geschikt om de hoofdelementen van het milieumanagementsysteem te toetsen tijdens een certificatieaudit (paragraaf 5.5.1). Als het laboratorium de audit succesvol kan afronden, krijgt het een certificaat waarop staat dat het aan de in de norm gestelde milieueisen voldoet. Hierdoor kunnen laboratoria aantonen dat ze, ondanks de primaire focus op snelle en correcte uitvoering van analyses en dus winst, ook aandacht hebben voor duurzaam ondernemen.

6. Ten aanzien van energieverbruik zijn er zowel in het bouwontwerp van het laboratorium als in de inrichting van ventilatie, koeling en verwarmingssystemen mogelijkheden tot verduurzaming. Een risicobeoordeling van de concentratie aan carcinogene en mutagene verbindingen, die aanwezig zijn in de omgevingslucht van het laboratorium, is noodzakelijk om het aantal ventilatiebeurten tot een aanvaardbaar en veilig niveau te verminderen (paragraaf 6.5.1 e.).

Het plaatsen van fotovoltaïsche cellen om zelf elektriciteit op te wekken blijft een geschikte technische maatregel om het aandeel aan onduurzaam fossiel energieverbruik terug te dringen. Laboratoria zullen vooraf moeten bepalen hoeveel energie zelf zal worden opgewekt. De grootte van het laboratorium en het beschikbaar budget zijn daarbij factoren van belang die de uiteindelijke keuze zullen bepalen (paragraaf 8.5.11). Het beperkte subsidiebudget van de overheid, dat overigens ook snel voor overtekening zorgt, kan bij die keuze een rol spelen.

7. Betreffende chemicaliëngebruik moet vooral in de milieubelastende extractiefase duurzaamheidswinst worden behaald door het aanwenden van alternatieve technieken. De winst situeert zich in de lagere volumes aan extractiemiddelen en in de extractietijden (paragraaf 6.4.3). De door de wet- en regelgeving voorgeschreven analysemethoden zorgen voor een barrière om deze alternatieven te gebruiken omdat klanten van laboratoria willen dat de analyses worden uitgevoerd volgens die wettelijke methoden, die de klassieke Soxhlet-extractie als best beschikbare techniek voorschrijven (paragraaf 4.5).



## Hoofdstuk 7. Casusonderzoek: TLR International Laboratories

### 7.1. Inleiding

Het praktijkonderzoek naar de mogelijkheden van duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium is uitgevoerd bij TLR International Laboratories in Rotterdam.

Dit hoofdstuk bespreekt deze onderzoekscasus en behandelt de volgende onderzoeksvragen:

- *Welke aspecten komen binnen TLR in aanmerking voor duurzaam ondernemen?*
- *Welke van die aspecten zijn niet of minder duurzaam?*
- *Welke knelpunten treden op om deze aspecten meer duurzaam te maken?*
- *Welke verbeteropties zijn er om deze aspecten meer duurzaam te maken?*

In paragraaf 7.2 wordt een beknopte beschrijving van TLR gegeven en wordt de visie van de directie ten aanzien van duurzaam ondernemen weergegeven. Paragraaf 7.3 bespreekt welke aspecten binnen TLR een aanknopingspunt zijn voor verduurzaming. Hierbij worden de eisen in de milieubeschikkingen meegenomen en wordt gekeken of deze geschikt zijn om duurzaam ondernemen in de praktijk om te zetten. Paragraaf 7.4. behandelt de knelpunten die binnen TLR optreden met betrekking tot duurzaamheid. Tenslotte wordt in de laatste paragraaf verder ingegaan op mogelijke verbeteringsopties ten aanzien van duurzaamheid.

In hoofdstukken 8 en 9 wordt in detail ingegaan op de duurzaamheidsaspecten ‘energie’ en ‘chemicaliëngebruik’ binnen TLR. Daarom wordt er in dit hoofdstuk slechts in algemene zin over gesproken.

### 7.2. TLR International Laboratories

#### 7.2.1 Beschrijving van de organisatie

TLR International Laboratories is een commercieel chemisch laboratorium dat deel uitmaakt van de Peterson Control Union Group (Bijlage 1). De hoofdzetel is gevestigd te Rotterdam. Het laboratorium is opgericht in 1977 en voert chemische analyses uit op een uitgebreid gamma aan producten: grondstoffen voor voeding, voedingsmiddelen, veevoedergrondstoffen en veevoerders, steenkool, ertsen, biodiesel en biomassa. Het laboratorium is geaccrediteerd volgens de ISO 17025 standaard ‘Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria’.

TLR International Laboratories analyseert grondstoffen en eindproducten op hun chemische samenstelling. Het primaire proces binnen het laboratorium is het analyseproces. Naast dit primaire proces zijn er binnen TLR ook ondersteunende processen zoals documentatiebeheer, kwaliteitsregistraties, interne audits, het beheer van chemicaliën en het onderhoud en de kalibratie van apparatuur.

#### 7.2.2 Directiebeleid ten aanzien van duurzaam ondernemen binnen TLR.

Omwille van het belang dat de directie van TLR International Laboratories schenkt aan de maatschappelijke impact van haar activiteiten, heeft ze de wens geuit om te onderzoeken of met behulp van een milieumanagementsysteem aan het beleidsvoornemen rond duurzaamheid vorm kan worden gegeven. De focus ligt daarbij op beheersing en verduurzamen van het energie en chemicaliëngebruik. Ook dient te worden onderzocht hoe en op welke wijze een milieumanagementsysteem het beste kan worden ontwikkeld en in de organisatie kan worden geïmplementeerd. In de directiebeoordeling over 2009, een jaarlijkse rapportage waarin de directie het afgelopen jaar evalueert en haar visie geeft over het komende jaar, is een milieubeleidsverklaring opgenomen.

Hierin is te lezen wat de visie is van de directie met betrekking tot duurzaam ondernemen in het laboratorium (TLR, 2010a):

“Het afgelopen jaar heeft de trend naar een milieubewustere samenleving zich doorgezet. Zonnepanelen, CO2 emissies, energiebesparing en andere gerelateerde termen zoals ‘duurzaamheid’ waren ten overvloede aanwezig in krantenberichten en op televisie. Ook binnen TLR is de thematiek van duurzaam ondernemen aan bod gekomen. Basisgedachte hierachter is dat bedrijven, naast de zorg voor winst en een gezonde financiële structuur, ook aandacht moeten hebben voor mens en milieu. Ons laboratorium is een echte energieveelvraat en dat zorgt voor zowel een belasting van het milieu als onze portemonnee. Van belang is dat we de hoeveelheid energie die we nu verbruiken zo verstanding mogelijk aanwenden, en waar mogelijk, kunnen terugdringen. Het energieverbruik is namelijk ondanks alle vooraf getroffen bouwkundige maatregelen hoger gebleken dan vooraf ingeschat.

Het gebruik van chemicaliën heeft eveneens een impact op het milieu. De milieuvergunning dwingt ons al redelijk in een keurslijf, maar desondanks is het zinvol om te denken aan maatregelen, die het gebruik van chemische stoffen, en bijgevolg de hoeveelheid chemisch afval, kunnen terugdringen.

Eén van de collega's verkeert in een afrondend stadium van zijn studie milieukunde. De situatie bij TLR vormt het onderwerp van zijn afstudeeropdracht. Hopelijk kunnen we hier in 2010 van profiteren bij het treffen van maatregelen gericht op het terugdringen van ons energieverbruik. Ook de rolinvulling van de nieuwe KAM manager zal hierop een positieve invloed kunnen gaan hebben.”

### **7.3. Duurzaamheidsaspecten binnen TLR International Laboratories**

#### **7.3.1 Milieuwetgeving als uitgangspunt voor verduurzamen van de activiteiten**

De overheid verleende aan TLR een milieuvergunning om haar activiteiten te kunnen uitvoeren. Deze vergunningsverlening bestaat uit twee beschikkingen die haar oorsprong vindt in twee wetten: de Wet milieubeheer en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (DCMR, 2007).

De twee beschikkingen bevatten bruikbare aangrijpingspunten om te komen tot het verduurzamen van de activiteiten van het laboratorium. De overheid stimuleert op die manier dat laboratoria duurzamer omgaan met de milieubelastende neveneffecten van hun bedrijfsvoering. De eisen rond veiligheid en een goede infrastructuur hebben betrekking op het ‘people’ aspect van duurzaam ondernemen. Wat betreft het ‘planet’ aspect, is de aandacht voor omgang met chemicaliën van belang. Ook eisen in de beschikking ten aanzien van energiegebruik zijn ‘planet’-gericht.

In de beschikkingen staan concrete eisen geformuleerd ten aanzien van energie en chemicaliëngebruik. Dat maakt ze geschikt om ze in het laboratorium toe te passen als aspect van het verduurzamen. Het gaat om de volgende eisen in de vergunning:

a. Het energiegebruik moet worden geïnventariseerd. Ook moet de toepassing van energiebesparende maatregelen worden onderzocht op haalbaarheid. Hiermee wordt het laboratorium in de eerste plaats gedwongen om op zoek te gaan naar alternatieven voor de afname van elektriciteit via de conventionele weg.

b. De aandacht voor het gebruik, de opslag en afvoer van chemicaliën is een tweede duurzaamheidsaspect uit de beschikking. Er moet volledig gescheiden afvoer en opslag plaatsvinden van chemicaliën en er moet worden onderzocht of bij de ontwikkeling van nieuwe methoden, alternatieven voorhanden zijn.

c. De eisen die worden gesteld aan de afvalwaterstromen zijn ook gericht op de ecologische impact van de bedrijfsactiviteiten. Het afvalwater, dat op het riool mag worden geloosd, moet voldoen aan vooraf gestelde limietwaarden ten aanzien van concentratie van residuen.

d. Het laboratorium moet maatregelen treffen om te voorkomen dat de bodem verontreinigd kan raken met chemicaliën die tijdens de bedrijfsvoering worden gebruikt.

e. Tenslotte adviseert het bevoegd gezag in de beschikking dat het invoeren van een milieumanagementsysteem kan helpen om de eisen in de praktijk om te zetten.

De aspecten 'energie' en 'chemicaliëngebruik' komen binnen TLR International Laboratories in aanmerking voor duurzame ontwikkeling. Een chemisch laboratorium zoals TLR kan het gebruik van chemicaliën nooit uitsluiten. Het energiegebruik is hoog door de noodzaak aan voldoende ventilatie en hoogtechnologische apparatuur. Beide aspecten zijn daarom onduurzaam te noemen.

7.3.2 Analyse van de beschikkingen op duurzaamheidsaspecten: de beschikkingen volgens de Wet milieubeheer en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren.

De DCMR heeft in 2008 een beschikking aan TLR verleend op basis van de artikelen 8.8, 8.9 en 8.10 van de Wet Milieubeheer. In de beschikking staan bepalingen ten aanzien van afvalstoffen en afvalwater, bodembelasting, energieverbruik, geluid, grondstoffen, luchtmissies en brandveiligheidsaspecten van de laboratoriuminfrastructuur (DCMR, 2007). Het Waterschap Hollandse Delta stelde einde 2007 een beschikking op met eisen uit de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Waterschap Hollandse Delta, 2007). Deze eisen werden eveneens opgenomen in de beschikking van de DCMR.

7.3.2.1 Eisen uit de beschikking Wm van de DCMR

De DCMR heeft eisen opgenomen in de beschikking, waaraan TLR moet voldoen wil het laboratorium haar activiteiten blijven uitvoeren volgens de geldende wetgeving. De eisen in de beschikking zijn van toepassing op een aantal domeinen. Er wordt per eis onderzocht welke maatregelen TLR heeft getroffen om aan de eisen te voldoen.

a. Algemene voorschriften en eisen aan het laboratorium

- De beschikking bevat algemene voorschriften waaraan het laboratorium moet voldoen, zoals het schoon houden van de werkruimten. Ook moet de gebruikte apparatuur overzichtelijk zijn opgesteld en goed bereikbaar zijn voor de analisten. Zowel het personeel als de bezoekers van het laboratorium moeten geïnstrueerd worden over veiligheid en over de risico's die aan een chemisch laboratorium verbonden zijn.

TLR heeft aan deze eisen voldaan door ze op te nemen in het ISO 17025 geaccrediteerde kwaliteitsmanagementsysteem. In paragraaf '4. Eisen aan het management' staat beschreven op welke manier veiligheid, onderhoud en omgang met de apparatuur moet worden geïntegreerd in de bedrijfsvoering (TLR, 2009).

De beschikking stelt eveneens dat er ongediertebestrijding moet plaatsvinden.

TLR heeft hiervoor een contract gesloten met het bedrijf Rentokil, dat een actieve bestrijding uitvoert en maandelijks een controleronde doet om na te gaan of er ongedierte aanwezig is.

- Wanneer nieuwe analysemethoden worden opgezet, moet conform de beschikking aandacht geschonken worden aan de omgang met gevaarlijke stoffen. Er moet worden onderzocht wat de mogelijkheden zijn ter beperking van het gebruik aan gevaarlijke stoffen en er moet worden geïnventariseerd wat de mogelijke risico's zijn voor de analisten. Veiligheids- en gezondheidsrisico's moeten worden meegedeeld aan de analisten.

TLR heeft hierin voorzien door een inventarisatie uit te voeren van de in het laboratorium gebruikte chemicaliën. Dit beheersysteem bevat eveneens informatie over de risico's ten aanzien van veiligheid en gezondheid. Het is eveneens een integraal onderdeel van het kwaliteitsmanagementsysteem hetgeen blijkt uit de directieverklaring over veiligheid in het kwaliteitshandboek van TLR (TLR, 2009). Daarnaast is in elk analysevoorschrift een paragraaf opgenomen waarin de veiligheidsrisico's en de omgang met chemicaliën wordt beschreven.

#### b. Registraties

Er moet volgens de vergunning een centraal registratiesysteem worden opgezet en bijgehouden met informatie over onderhoud, keuringen, controles en gegevens van relevante milieuonderzoeken.

Het registratiesysteem moet ten minste de volgende informatie bevatten:

- instructies ten aanzien van milieuzaken voor het personeel;
- resultaten van keuringen en milieucontroles;
- melding van calamiteiten met chemische stoffen en registratie van de getroffen maatregelen;
- informatie over het beheer van chemische stoffen met betrekking tot de inkoop, stockage, afvalverwerking;
- afgiftebewijzen van gevaarlijke afvalstoffen;
- registratie van het jaarlijkse gas- en elektriciteitsverbruik;
- afschriften van vergunningen;
- keuringsrapporten van de afzuiginstallatie en de autoclaaf.

TLR heeft deze eisen opgenomen in haar kwaliteitsmanagementsysteem. In de analysevoorschriften, die de analisten dagelijks gebruiken in hun taakuitvoering, staat bijvoorbeeld te lezen hoe er moet worden omgegaan met de bij de analyse vereiste chemische stoffen. Ook is te lezen hoe de analisten zich moeten beschermen tegen de risico's door het gebruik van persoonlijke beschermingsmaatregelen zoals laboratoriumjas, veiligheidsbril en handschoenen.

De beschikking stelt dat een deskundig toezichthouder moet worden aangesteld, die de verantwoordelijkheid neemt over de na te leven eisen in de beschikking. Ook is deze toezichthouder verantwoordelijk voor het beheer van de chemicaliën en zal hij of zij optreden in geval van calamiteiten. Dit zijn bij TLR de twee assistent-laboratorium managers, die hierin worden geassisteerd door de manager kwaliteit, arbo en milieu (manager KAM).

#### c. Afvalstoffen

De beschikking stelt eisen aan de behandeling van afvalstoffen. Deze eisen zijn:

- het scheiden van afvalstromen: metaalafval, glasafval, papier en karton, loog afvalvloeistoffen, zure afvalvloeistoffen, organische oplosmiddelen, microbiologisch afval en ongesorteerd bedrijfsafval moeten separaat worden opgeslagen en opgehaald.



- er zijn opslageisen gesteld die moeten verhinderen dat eventuele lekkage van chemicaliën kan leiden tot het verontreinigen van de bodem.

TLR installeerde om die reden vloeistofdichte vloeren in de laboratoriumruimten en vloeistofdichte lekbakken in de chemicaliënopslag.

Ook wordt een werkvoorraad chemicaliën opgeslagen in een gecertificeerde, brandveilige kast voor in pandige opslag. De opslag van chemische stoffen bevindt zich buiten het laboratoriumpand in twee beveiligde en gecertificeerde containers conform de bepalingen in het beleidsdocument 'Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen' (Ministerie van VROM, 2009I). TLR heeft sedert 2008 een contract bij de firma Economisch Afvalbeheer B.V., die instaat voor het gescheiden ophalen van afval van chemische stoffen.

#### d. Afvalwater

De eisen gesteld aan het afvalwater, dat op het riool wordt geloosd, zijn eveneens opgenomen in de beschikking Wvo (Waterschap Hollandse Delta, 2007).

In de beschikking staan limietwaarden voor de concentratie van chemische stoffen, die in het afvalwater aanwezig mogen zijn. Spoelwater, afkomstig van het spoelen van glaswerk en apparatuur, alsook koelwater van apparatuur, wordt beschouwd als bedrijfsafvalwater.

Huishoudelijk afvalwater, dat afkomstig is van de sanitaire voorzieningen, behoort ook bij de afvalwaterstroom, die op het riool wordt geloosd.

Het afvalwater van TLR bevat nauwelijks chemicaliën, omdat residuen van chemische stoffen uit het analyseproces, separaat worden gehouden en opgehaald door de afvalverwerkende firma Economisch Afvalbeheer B.V.

De voorschriften die in de beschikking zijn opgenomen, zijn toegespitst op de afvalwaterstromen die TLR loost op het riool, alsook op de opslag en afvoer van chemische stoffen:

##### *- limietwaarden van concentraties aan chemische stoffen:*

De beschikking bepaalt de limietwaarden voor de concentratie van chemische stoffen, die op het riool worden geloosd:

- zuurtegraad: tussen pH 6,5 en 10
- temperatuur: niet boven de 30°C
- bezinkselvolume: 1ml/l
- vetgehalte: 300 mg/l
- metaalionen (als som van 5 metalen uit de reeks: zink, koper, nikkel, chroom, lood, arseen, molybdeen, titaan, tin, borium, vanadium, kobalt en zilver): 5 mg/l
- zilver: 1 mg/l
- cadmium: 0,02 mg/l
- kwik: 0,01 mg/l
- EOX (extraheerbare organohalogenen): 0,1 mg/l
- minerale oliën: 200 mg/l
- BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen): 1 mg/l

##### *- controlevoorzieningen voor de bemonstering van de afvalstromen*

TLR heeft bemonsteringspunten voorzien waar de controlerende inspecteur van de DCMR monsters kan nemen vooraleer het afvalwater in het riool terechtkomt.

*- meting van het ingenomen leidingwater*

Maandelijks registreert TLR het ingenomen leidingwater. Dit wordt bijgehouden in een logboek.

*- opslag van materialen, grond-, hulp- en afvalstoffen*

De opslag van materialen, grond-, hulp- en afvalstoffen moet gescheiden plaatsvinden op een dusdanige wijze dat afstromend hemelwater er niet mee kan verontreinigd worden.

TLR heeft aan deze eis voldaan door de aanschaf van twee goed afsluitbare containerunits die op een vloestofkerende betonnen vloer werden geplaatst.

*- informatieverstrekking en wijzigingen chemicaliëngebruik*

TLR heeft bij de vergunningsaanvraag een inventaris gevoegd van de chemicaliën, die op dat ogenblik in gebruik waren. Indien er nieuwe chemische stoffen zouden bijkomen, dan moet dit aan het Waterschap gemeld worden.

TLR voldoet aan deze eisen uit de beschikking. Een logboek van het geloosde afvalwater wordt bijgehouden. De zuurtegraad, het sulfaatgehalte en de temperatuur worden periodiek gecontroleerd door de DCMR. Inspecteurs nemen onaangekondigd afvalwatermonsters die vervolgens worden geanalyseerd door een onafhankelijk laboratorium. Indien één van de vereiste limietwaarden niet wordt gehaald, dan stelt de DCMR TLR daarvan op de hoogte. Tot op heden was dat nog niet het geval. Ook werd in 2009 een eigen onderzoek uitgevoerd. De resultaten van de analyse van de monsters gaven aan dat de voorgeschreven limietwaarden niet werden overschreden.

**e. Bodemeisen**

De beschikking stelt dat er geen vloeistoffen in de bodem mogen terechtkomen, met uitzondering van oppervlaktewater, hemelwater of drinkwater.

TLR installeerde vloestofdichte vloeren, waardoor het risico op emissies naar de bodem nagenoeg nihil is.

TLR liet eveneens een bodembelastingsonderzoek uitvoeren. Daarmee voldoet het aan de verplichtingen in de beschikking, die stellen dat er in de nulsituatie, dat wil zeggen voor het aanvangen van de bedrijfsvoering, een onderzoek moet plaatsvinden dat nagaat welke vervuiling er in de bodem aanwezig is. Dit onderzoek werd uitgevoerd door de firma Tauw B.V. en bestond uit het nemen van bodem- en grondwatermonsters waarop analyses werden uitgevoerd. De analyseresultaten brachten aan het licht dat er een licht verhoogde concentratie aan zink, PAK's en minerale oliën aanwezig is in de bodem. In het grondwater werd een licht verhoogde aanwezigheid van arseen vastgesteld.

De resultaten van dit onderzoek gaven echter geen aanleiding voor de DCMR om de milieuvergunning niet toe te kennen.

**f. Brandveiligheid**

De beschikking bevat tevens eisen ten aanzien van de brandveiligheid. Dit zijn het aanwezig zijn van voldoende blusmiddelen, slangenhaspels en draagbare brandblusapparatuur.

In de inkomhal van TLR is eveneens een noodtelefoon geïnstalleerd voor directe communicatie met de brandweer, hetgeen eveneens een eis is in de beschikking.

#### g. Energie

- Er wordt een jaarlijkse registratieplicht van het energieverbruik gevraagd. Daarin is gespecificeerd dat er een overzicht per maand moet worden opgesteld.
- De vergunning vermeldt dat er energiebesparende maatregelen moeten ingevoerd worden. Hoe dat dient te gebeuren, wordt niet vermeld in de beschikking: TLR is vrij om dit naar eigen voorkeur in te vullen.

Om aan deze eis te voldoen werd een energiebesparingonderzoek uitgevoerd door de firma Tebodin (Tebodin, 2008a – zie ook hoofdstuk 8). Ook worden maandelijks de meterstanden bijgehouden en wordt geïnventariseerd wat het energieverbruik is geweest.

#### h. Eisen aan grond- en hulpstoffen

- Water: TLR houdt maandelijks het waterverbruik in een logboek bij.
- Lucht: zuurkasten moeten zijn voorzien van een doelmatige afzuiging. Bij brand moet de afzuiging van de zuurkast geblokkeerd worden. Daartoe dient een melding te worden voorzien bij de schakelaar “BIJ BRAND AFZETTEN”.

TLR heeft voldaan aan deze eisen. De zuurkasten ondergaan periodiek onderhoud en worden eveneens op regelmatige basis getest.

#### i. Gassen en gasopslag

Gasflessen, gasleidingen en toebehoren moeten zijn goedgekeurd door een door het Ministerie van Sociale zaken en werkgelegenheid aangewezen keuringsinstelling.

TLR heeft een contract met de firma Air Liquide voor het beheer en aanleveren van de benodigde gassen. De opslag van de gasflessen bevindt zich buiten het laboratoriumpand en voldoet aan de veiligheidseisen, zoals vermeld in het beleidsdocument ‘Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen’ (Ministerie van VROM, 2009l).

#### j. Verwarming

De beschikking stelt dat voor verwarmingsapparatuur een zo optimaal mogelijke verbranding dient plaats te vinden. Elke twee jaar moet de afstelling van de verwarmingsinstallatie worden beoordeeld en zo nodig bijgesteld. Bewijzen van onderhoudsbeurten moeten ook aanwezig zijn in het registratiesysteem.

TLR heeft een onderhoudscontract met de firma Rodenburg die de onderhoudsbeurten voor hun rekening neemt. Afschriften worden gearhiveerd.

#### k. Milieumanagementsysteem

Tenslotte adviseert de DCMR in de beschikking om een bedrijfsintern milieuzorgsysteem in te voeren. Dit milieuzorgsysteem moet erop gericht zijn om inzicht te krijgen in de nadelige gevolgen van de bedrijfsactiviteiten voor het milieu.

De elementen in de beschikking die toepasbaar zijn op de specifieke milieuaspecten van de bedrijfsactiviteiten, kunnen deel uitmaken van dit milieumanagementsysteem.

TLR heeft zich voorgenomen om in 2010 een aanzet te geven tot het integreren van bedrijfsinterne milieuzorg in het bestaande kwaliteitssysteem.

De eisen uit de beschikking zijn nu al verankerd in het kwaliteitsmanagementsysteem van het laboratorium.

De acht hoofdelementen, die te onderscheiden zijn in een milieumanagementsysteem, zullen bij TLR worden geïntegreerd in het huidige ISO 17025 geaccrediteerde kwaliteitssysteem (de Blécourt-Maas, 1997h):

Hoofdelement:	Integratie in huidig kwaliteitssysteem:
1. milieubeleidsverklaring;	Directiebeoordeling en directieverklaring kwaliteitshandboek
2. milieuplan;	Algemeen kwaliteitsplan en milieudoelstellingen
3. integratie in de bedrijfsvoering;	Opstellen en invoeren van nieuwe procedures
4. meet- en registratiesysteem;	Energieverbruik, chemicaliënbeheer, afvalwateranalyses
5. interne controles;	Interne auditplanning
6. interne voorlichting en opleiding;	Opleidingsplan en werkoverleg
7. interne en externe rapportages;	Interne auditrapporten en DCMR rapportages
8. doorlichting of audit.	Optioneel - na implementatiefase

**Tabel 7.1: Acht hoofdelementen van een milieumanagementsysteem en integratie bij TLR**

1. de milieubeleidsverklaring illustreert de intentie van de directie, om zorg voor milieugerelateerde aspecten van de bedrijfsvoering te inventariseren en te beheersen. Daarvoor wordt de huidige directieverklaring in het kwaliteitshandboek uitgebreid. In de directiebeoordeling over het jaar 2009 wordt een paragraaf opgenomen waarin de ambities worden uiteengezet.
2. het milieuplan bevat acties, die moeten leiden tot het uitvoeren van de door de directie geformuleerde milieudoelstellingen. Voor 2010 is die doelstelling het geven van een aanzet tot de implementatie van een milieumanagementsysteem.
3. Voor het integreren in de bedrijfsvoering, zal de kwaliteitsafdeling starten met het uitbreiden van de huidige procedures. Indien nodig worden nieuwe, aanvullende procedures geschreven.
4. Omwille van de eisen uit de beschikking, wordt bijgehouden wat het maandelijkse energieverbruik is (TLR, 2010b). Ook is onderzocht wat mogelijke alternatieven zijn voor de reguliere elektriciteitslevering. Het verbruik van chemicaliën wordt bijgehouden in een geautomatiseerd voorraadbeheersysteem. Onderzoek naar alternatieven voor de meest vervuilende chemicaliën is gestart. Door de DCMR worden op regelmatige basis afvalwatermonsters genomen die door een onafhankelijk laboratorium worden geanalyseerd.
5. TLR hanteert een jaarplan voor het organiseren en uitvoeren van interne audits. Deze auditplanning wordt uitgebreid met milieuaudits, die het toetsen van de uitgebreide procedures rond milieuaspecten mogelijk maken.
6. Voor het opleiden en trainen van het TLR personeel, wordt gebruik gemaakt van opleidingsplannen, die worden uitgebreid met specifieke informatiesessies rond het milieumanagementsysteem. In de directiebeoordeling is de eerste aanzet gegeven.
7. Resultaten van de interne audits worden mee opgenomen in de directiebeoordeling. De rapportages naar DCMR worden eveneens door de kwaliteitsafdeling uitgevoerd.
8. Wanneer TLR oordeelt dat de acht hoofdelementen van een milieumanagement in voldoende mate zijn geïntegreerd in het huidige kwaliteitssysteem, dan zal er worden beslist of dit door middel van een audit van een certificeringinstelling kan worden getoetst. De toetsingsnorm is de ISO 14001.

## 7.4. Knelpunten aangaande duurzaamheid binnen TLR.

### 7.4.1 Knelpunten uit de literatuurstudie in relatie tot de situatie bij TLR

In hoofdstuk 6 is in algemene zin ingegaan op de knelpunten ten aanzien van duurzame ontwikkeling in laboratoria die tijdens de literatuurstudie zijn vastgesteld. Tabel 7.2 koppelt deze algemene knelpunten aan de situatie bij TLR, waarbij meteen duidelijk wordt dat alle knelpunten eveneens van toepassing zijn op de situatie bij TLR.

KNELPUNTEN VOOR DUURZAAMHEID IN LABORATORIA	
ALGEMENE KNELPUNTEN ENERGIE	TLR
1. Hoog elektriciteitsverbruik	JA
2. Geen energiezuinige apparatuur	JA
3. Voorgeschreven analyseapparatuur	JA
4. Beperkte subsidiëring eigen opwekking	JA
5. Opgelegde ventilatienormen	JA
6. Recuperatie energie uit ventilatielucht beperkt	JA
ALGEMENE KNELPUNTEN CHEMICALIENGEBRUIK	TLR
1. Voorgeschreven analysemethoden (incl. chemicaliën)	JA
2. Beperken hoeveelheid chemisch afval erg moeilijk	JA
3. Negatieve invloed alternatieve chemicaliën op analyseduur	JA

**Tabel 7.2: Algemene knelpunten gekoppeld aan de situatie bij TLR.**

### 7.4.2. Uitwerking van de knelpunten

Het energie- en chemicaliëngebruik zijn de aanknopingspunten om de activiteiten van TLR duurzaam te ontwikkelen.

In hoofdstuk 8 wordt in detail ingegaan op de mogelijkheden om het energieverbruik bij TLR terug te dringen.

Hoofdstuk 9 bespreekt het verbruik van chemicaliën bij TLR in detail en gaat eveneens in op de mogelijke alternatieven voor chemische stoffen in het analyseproces.

## 7.5. Voorlopige conclusie

### 7.5.1. Wetgeving en duurzame ontwikkeling

De eisen, zoals ze worden gesteld in de vergunningen op basis van de Wet Milieubeheer en de Wet verontreiniging oppervlaktewateren, vormen concrete aanknopingspunten om de ecologische kant van duurzame ontwikkeling, de 'Planet P', in de praktijk om te zetten. De inventarisatie van die eisen in paragraaf 7.3.2.1 toont aan dat TLR voldoet aan alle bepalingen die in de vergunning werden opgenomen. Het laboratorium ondernam tot dusver geen bijkomende maatregelen dan die in de vergunning werden opgenomen.

De vergunning zegt evenwel niets over de twee andere aspecten van duurzame ontwikkeling, namelijk het economisch aspect, 'Profit P' en het sociaal-maatschappelijke aspect, 'People P' (paragraaf 1.1.1). De sterke groei van TLR gedurende het laatste decennium illustreert dat het economische aspect niet in het gedrang is en dat TLR een gezonde, financiële balans heeft (zie ook paragraaf 8.2.1).

Voor wat betreft de 'People P', die thema's omvat zoals billijke beloningscondities en veilige arbeidsomstandigheden, geldt hetzelfde als voor het economische aspect. TLR heeft in de afgelopen tien jaar een groei doorgemaakt die het structureel organiseren van veilige werkomstandigheden noodzakelijk maakte. Dit is gebeurt conform de bepalingen van de Arbeidsomstandighedenwet die in het kwaliteitshandboek van TLR werden geïntegreerd (TLR, 2009). Ook de beloningscondities worden conform geacht met hetgeen gangbaar is in Nederland en de Europese Unie.

#### 7.5.2 Energie- en chemicaliëngebruik en duurzame ontwikkeling

Bij de duurzame ontwikkeling van het energie- en chemicaliëngebruik vertoont TLR International Laboratories dezelfde knelpunten als de laboratoria in de bestudeerde literatuur (paragraaf 7.4.1).

Het duurzaam ontwikkelen van het energie- en chemicaliëngebruik wordt in hoofdstukken 8 en 9 in detail uitgewerkt.

#### 7.5.3. Milieumanagement en duurzame ontwikkeling

De directie van TLR heeft de wens geuit om in 2010 een milieumanagementsysteem te implementeren (TLR, 2010a). Dit voornemen is tot op heden nog niet gerealiseerd.

De directie heeft wel haar intenties ten aanzien van duurzaam ondernemen gecommuniceerd via de milieubeleidsverklaring.

Het implementeren van het milieumanagementsysteem zal gebeuren door integratie van de hoofdelementen ervan met het bestaande ISO 17025 kwaliteitsmanagementsysteem.

Uit de inventarisatie in paragraaf 7.3.2.1 k blijkt dat een aantal van die hoofdelementen al geïntegreerd zijn in het huidige kwaliteitssysteem van TLR. Het gaat om de milieubeleidsverklaring, het uitvoeren van interne audits, het opleiden en trainen van het personeel en het opzetten van het chemicaliënregistratiesysteem.

## Hoofdstuk 8. Energieverbruik van TLR International Laboratories

### 8.1. Inleiding

In hoofdstuk 7 zijn de knelpunten voor het invoeren van duurzaam ondernemen bij TLR International Laboratories geïdentificeerd. Deze hebben betrekking op het energie- en chemicaliëngebruik van het laboratorium. In dit hoofdstuk wordt het energieverbruik in detail besproken en wordt een antwoord gegeven op de volgende deelvragen uit het onderzoek:

- *Welke factoren dragen bij aan het energieverbruik binnen TLR?*
- *Welke van die factoren zijn niet of minder duurzaam?*
- *Welke knelpunten treden op met betrekking tot het meer duurzaam maken van deze factoren?*
- *Welke verbeteropties zijn er om het energieverbruik te verduurzamen?*

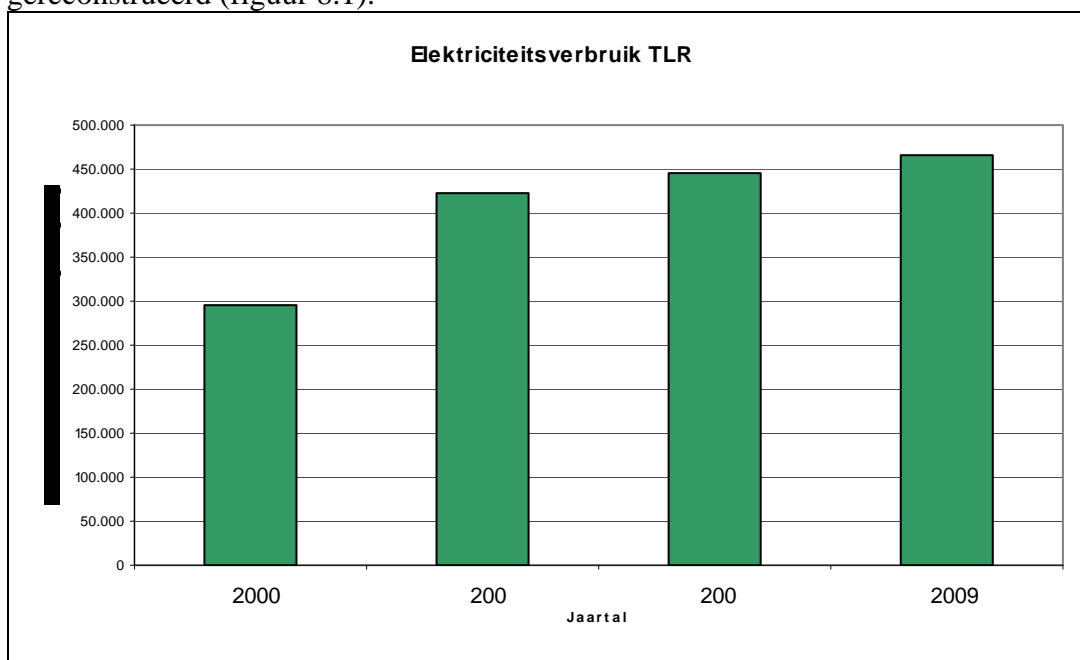
Paragraaf 8.2. bespreekt de factoren die bijdragen aan het energieverbruik van TLR. Hiervoor wordt een energieanalyse uitgevoerd en zal aangegeven worden welke factoren niet of minder duurzaam zijn. Vervolgens wordt besproken wat de knelpunten zijn om het energiegebruik duurzamer te maken. Tenslotte gaat de laatste paragraaf van dit hoofdstuk over de verbeteringsopties die mogelijk zijn om het energieverbruik bij TLR te doen verminderen.

### 8.2. Factoren die bijdragen aan het energieverbruik van TLR

Om te bepalen welke factoren bijdragen aan het energieverbruik van TLR International Laboratories, werd een energieanalyse uitgevoerd. Eerst werd het historisch energieverbruik bij TLR in kaart gebracht. Vervolgens werd het aandeel in het elektriciteitsverbruik per gebruikerstype en per afdeling bepaald. Op basis daarvan kon worden bepaald welke factoren bijdragen aan het energieverbruik van het laboratorium.

#### 8.2.1. Elektriciteit: historisch elektriciteitsgebruik bij TLR

Uit archiefgegevens kon het elektriciteitsverbruik in het afgelopen decennium worden gereconstrueerd (figuur 8.1).



Figuur 8.1: Elektriciteitsverbruik periode 2000-2009

In het jaar 2000 bedroeg dit bijna 300.000 kWh. In 2006 was dit ruim 440.000 kWh. In 2009 werd bijna 482.000 kWh verbruikt. Dit cijfer vertegenwoordigt het eerste volledige jaar in het nieuwe pand aan de Bankwerkerstraat (Bijlage 7).

Het absolute elektriciteitsverbruik is in minder dan 10 jaar tijd met 33% toegenomen. Dat komt omdat het laboratorium vooral in de eerste 5 jaar van het afgelopen decennium aanzienlijk is gegroeid en werd geïnvesteerd in bijkomende apparatuur. De omzetcijfers illustreren deze sterke groei: de omzet steeg van 1,4 miljoen euro in 2000 naar 6 miljoen euro in 2009. In vergelijking met de situatie in het oude pand valt het op dat het elektriciteitsverbruik niet significant hoger is dan in 2006: er is een beperkte toename van 42.000 kWh, terwijl de oppervlakte van het laboratorium wel bijna verdubbeld is (Bijlage 7 en paragraaf 8.5.1).

#### 8.2.2. Inventarisatie van het elektriciteitsverbruik

Om inzicht te krijgen in het elektriciteitsverbruik van de apparatuur binnen TLR, is eerst een inventarisatie uitgevoerd van het nominaal vermogen van alle in gebruik zijnde apparatuur (Bijlage 8). Registratie van de aanwezige apparatuur is een vast onderdeel van het ISO 17025 geaccrediteerde kwaliteitssysteem van TLR en bijgevolg kon de bestaande inventarislijst aangevuld worden met de gegevens van het nominaal vermogen van elk toestel. Deze gegevens zijn op het toestel zelf terug te vinden of in de gebruikershandleiding van de fabrikant. Om het uiteindelijke elektriciteitsverbruik te bepalen, werden eveneens het aantal bedrijfsuren en de load factor meegenomen (paragraaf 8.2.3.).

#### 8.2.3 Aandeel in het elektriciteitsverbruik per gebruikerstype.

De apparatuur, die in het analyseproces wordt gebruikt, kan al naargelang gebruikstype, in drie categorieën onderverdeeld. De opsplitsing van de apparatuur is van belang om te kijken in welke categorie mogelijk energiewinst kan behaald worden.

Onderscheiden worden:

1. intrinsieke analyseapparatuur;
2. apparatuur nodig voor drogen, verwarmen en verhitten;
3. apparaten die voor koeling of een constante temperatuur moeten zorgen.

Daarnaast is de perifere apparatuur eveneens in drie categorieën op te delen:

4. de verlichting;
5. de ventilatiesystemen;
6. de ICT apparatuur.

Na de indeling in zes categorieën werd het gemiddeld aantal uren berekend dat de apparaten in gebruik zijn. Hiervoor werd op elke afdeling nagegaan hoe lang bepaalde apparatuur in werking is. Vervolgens werd het aantal uren op jaarbasis berekend (Bijlage 7).

Eveneens werd de 'load factor' als maat voor het percentage van het gebruikte nominaal vermogen ingeschat. Zo is de load factor van de verlichting 100% omdat verlichting ofwel uit of aan staat. Op basis van het aantal uren dat de apparaten in werking zijn en de load factor werd vervolgens het aandeel in het elektriciteitsverbruik van de apparatuur berekend (tabel 8.1 en figuur 8.2).

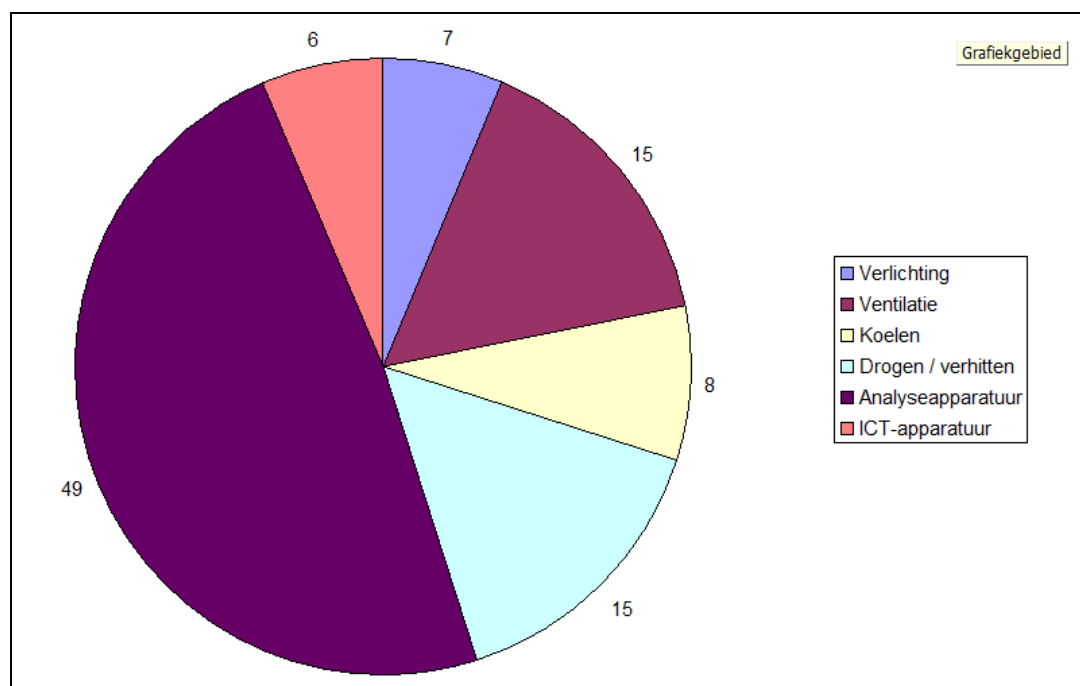


Gebruikers	P	Gemiddelde bedrijfsuren	Load factor	Elektriciteitsgebruik		
	kW			MWh/j	GJ prim* / j	% totaal
Verlichting	15	2080	100	31	281	7
Ventilatie	24	4420	70	74	668	15
Koelen	22	8760	20	38	346	8
Drogen / verhitten	137	1040	50	71	643	15
Analyseapparatuur	180	2600	50	234	2.103	49
ICT-apparatuur	5	6000	100	30	270	6
<b>Totaal:</b>				<b>479</b>	<b>4.312</b>	<b>100</b>

**Tabel 8.1: Energieanalyse: schatting aandeel type gebruiker**

\* Voor de berekening van het aantal GJ primaire energie per jaar wordt uitgegaan van het rendement van een elektriciteitscentrale van 42%.

Dat betekent dat een factor van 2,5 moet worden gehanteerd om de omzetting naar Giga Joule primaire energie te maken: elke kWh elektriciteit kost 2,5 kWh primaire energie. De omrekening van W naar Joule bedraagt 3,6 (Senter Novem, 2009a).



**Figuur 8.2: Aandeel in het elektriciteitsverbruik bij TLR per gebruikerstype (%)**

Om een vergelijking te kunnen maken van het elektriciteitsverbruik en het aardgasverbruik, is het elektrisch vermogen (MWh) omgerekend naar de eenheid voor primaire energie (tabel 8.1). Uit tabel 8.1 en figuur 8.2 blijkt dat 49% van het primaire energiegebruik ten aanzien van elektriciteit, is toe te wijzen aan de analyseapparatuur (Bijlage 8.1). Daarna volgen de apparaten die dienen om te drogen, te verwarmen en te verhitten (15%), zoals moffelovens, warmwaterbaden, broedstoven en verwarmingsplaten (Bijlage 8.2). Ex aequo staan de ventilatiesystemen (15%).

De koelapparatuur zoals diepvriezer en koelkasten vragen 8% van het energieverbruik (Bijlage 8.3). Tenslotte gaat 7% van het totale verbruik naar verlichting en 6% naar ICT-apparatuur.

#### 8.2.4 Aandeel in het elektriciteitsverbruik per afdeling.

TLR is opgedeeld in vijf afdelingen: de afdelingen Anorganische chemie, Weender & Biofuels, de afdeling Microbiologie, de afdeling Organische chemie en de monsterkamer (TLR, 2009). Vanuit het oogpunt van het energiemangement van die afdelingen, is de opdeling per afdeling wenselijk. Uit de energieanalyse in paragraaf 8.2.3 is gebleken dat de helft van het elektriciteitsgebruik toe te wijzen is aan de analyseapparatuur die TLR gebruikt om monsters te analyseren (figuur 8.2). Om een inschatting te maken van de grootte van het elektriciteitsverbruik per afdeling is de som van het nominale vermogen per afdeling afzonderlijk uit de inventarislijst gefilterd (tabel 8.3).

<b>Aandeel per afdeling:</b>		
ANORGANISCH:	9400	W
WEENDER & BIOFUELS:	9100	W
ORGANISCH:	6100	W
MICROBIOLOGIE:	4700	W
MONSTERKAMER:	4600	W

**Tabel 8.3: Aandeel per afdeling volgens nominaal vermogen (Watt)**

Daaruit blijkt dat de apparatuur van de afdeling Anorganisch het hoogste nominale vermogen heeft, gevolgd door de afdeling Weender & Biofuels. Daarna volgen de afdeling Organische chemie en de afdeling microbiologie. De afdeling waar de apparatuur staat met het laagste nominaal vermogen is de Monsterkamer.

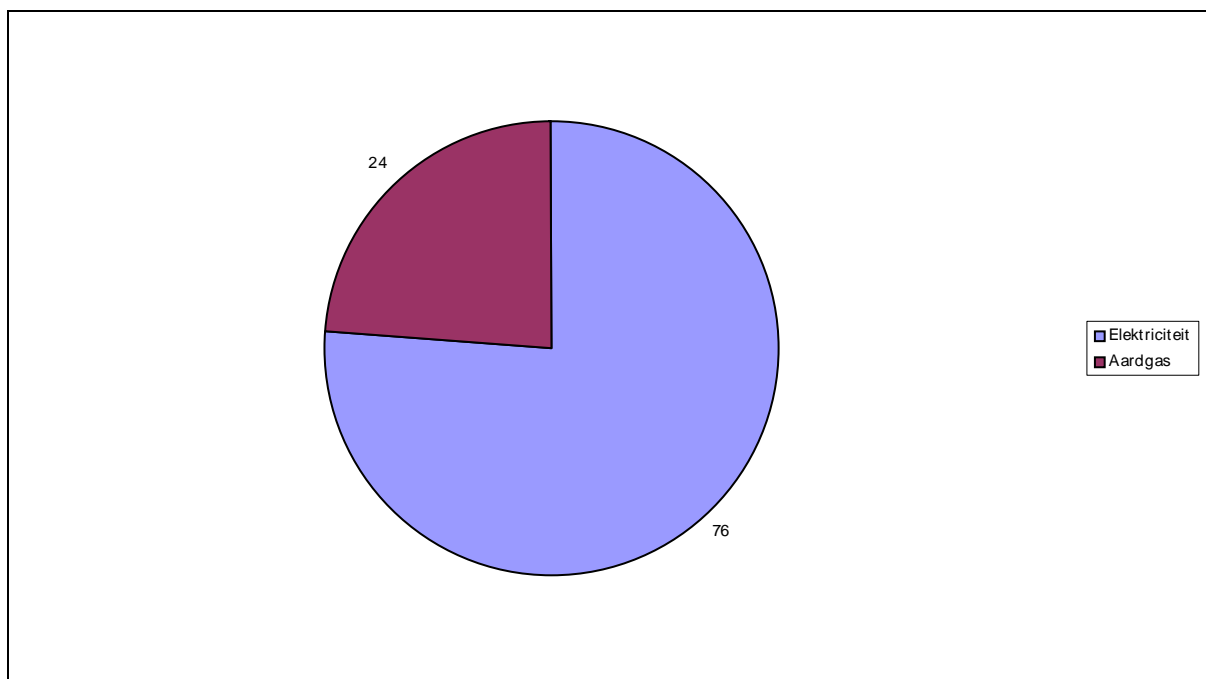
#### 8.2.5 Aardgas: historisch aardgasverbruik bij TLR.

Van het historisch aardgasverbruik voor de verhuizing in 2008 zijn geen aparte gegevens van TLR voorhanden. De reden is dat in het vorige bedrijfspand aan de Jufferstraat het aardgasverbruik voor zowel het kantoorgebouw van de holdingmaatschappij als het laboratorium op een gezamenlijke meter zijn geregistreerd. Het jaar 2009 is het eerste volledige kalenderjaar waarbij TLR in het nieuwe gebouw gehuisvest is (Bijlage 7). Aardgas wordt bij TLR aangewend voor het verwarmen van de kantoorruimte, de kantine en de vergaderzalen alsook delen van de laboratoriumruimte.

Het totale aardgasverbruik in 2009 bedraagt 42.762 m<sup>3</sup> (TLR, 2010b). Dit komt overeen met 1.353 GJ primaire energie (1000 m<sup>3</sup> aardgas komt overeen met 31,65 GJ primaire energie).

#### 8.2.6. Aandeel primaire energie m.b.t. elektriciteit en aardgas

Als er wordt gekeken naar het aandeel van elektriciteit als GJ primaire energie, dan kan worden geconcludeerd dat elektriciteitsbehoefte 76% van de totale energiebehoefte en aardgas de overige 24% dekt.



**Figuur 8.3. Aandeel in primair energieverbruik bij TLR per bron (%)**

### 8.3. Factoren die invloed hebben op de duurzaamheidskenmerken van de apparatuur.

In tabel 8.4 is het vermogensbereik per type apparaattype weergegeven.

Aan de hand van dat bereik kan worden vastgesteld welke apparatuur de grootste energievraag heeft.

Apparaten met het hoogste vermogen:				
Type:	Vermogensbereik (Watt):			In gebruik bij:
Moffelovens:	3900	tot	7000	Afd. Weender & Anorganisch
Chromatografie:	1500	tot	3500	Afd. Organische
Maal machines:	700	tot	2000	Afd. MOKA
Soxhlet-extractors:	1200	tot	1900	Afd. Weender
Stoven:	1300	tot	1600	Afd. Weender
Verwarmingsplaten:	500	tot	1800	Afd. Weender & Anorganisch
Waterbaden:	700	tot	1200	Alle afdelingen
Vriezers:	150	tot	1200	Afd. Microbiol en MOKA
Klimaatkasten:	250	tot	800	Afd. Microbiologie
Koelkasten:	150	tot	285	Alle afdelingen

**Tabel 8.4: Apparatuur, vermogensbereik en locatie**

#### 8.3.1 Apparatuur voor verhitten en verassen.

Moffelovens worden gebruikt voor het verassen van monsters op temperaturen tot 850°C en droogstoven voor gebruik bij vochtanalyses produceren temperaturen tussen 105 en 130 °C.

### 8.3.2 Chromatografische apparatuur voor analyses op de afdeling Organische chemie

De apparaten, die onder de noemer 'chromatografie' vallen, zijn gas- en vloeistofchromatografen en hun respectievelijke detectiemodules. Deze apparaten zorgen er voor dat geïnjecteerd monstermateriaal onder hoge druk en hoge temperaturen wordt gescheiden in de verschillende componenten. Dit is een proces dat veel energie vraagt. Deze apparatuur komt uitsluitend voor op de afdeling Organische chemie.

### 8.3.3 Apparatuur voor malen, drogen en Soxhlet-extractie

Maalapparatuur komt alleen voor op de afdeling Monsterkamer. Soxhlet-extractors, stoven en verwarmingsplaten worden voor het overgrote deel gebruikt op de afdelingen Anorganisch en Weender.

### 8.3.4. Apparatuur voor conditioneren van recipiënten bij een constante temperatuur

Waterbaden houden glazen of kunststofrecipiënten met analysemateriaal op de gewenste temperatuur. Deze toestellen worden op alle afdelingen gebruikt.

Vriezers worden gebruikt voor het bewaren van microbiologisch referentiematerialen, maar klimaatkasten worden gebruikt als opslagfaciliteit. Koelkasten zijn te vinden op alle afdelingen voor het gekoeld houden van analysemateriaal en referentiemonsters, die worden gebruikt om de analysesresultaten te toetsen aan gekende waarden.

Klimaatkasten, die worden gebruikt op de afdeling Microbiologie werken bij lagere temperaturen (zoals bijvoorbeeld 36°C). Deze zorgen ervoor dat bacteriën op voedingsbodems kunnen groeien. Dit groeiproces duurt 36 tot 48 uur, waarna de gevormde bacteriële kolonies worden geteld.

### 8.3.5 Onduurzaamheidskenmerken apparatuur TLR

Als er wordt gekeken naar het type apparaten, dan is het vermogensbereik van moffelovens en droogstoven het hoogst. De moffelovens staan bovenaan. Het zijn toestellen met een hoog nominaal vermogen en dat verklaart de hoge positie van de afdelingen Anorganisch en Weender. Op beide afdelingen worden dit type van apparaten intensief gebruikt. De apparatuur wordt ook gedurende langere tijd op hoge temperaturen gebruikt. De moffelovens die bijvoorbeeld voor de asbepaling worden gebruikt, moeten de voorgeschreven temperatuur van 850°C gedurende 3,5 uur aanhouden.

Het drogen van monsters bij 105°C voor vochtanalyses moet gedurende 4 uur bij deze temperatuur gebeuren, hetgeen de hoge elektriciteitsvraag van de apparaten illustreert. Deze bevindingen sluiten aan bij de verdeling van het elektriciteitsverbruik in paragraaf 8.2.3 (tabel 8.1).

## 8.4. Knelpunten m.b.t. duurzaam energiegebruik

### 8.4.1. Warmtevraag, eigen aan soort van analyse

De warmtevraag van een aantal apparaten is hoog (zie tabel 8.4) zoals de analyse van het vochtgehalte met stoven, verassing van monstermateriaal in moffelovens en het gebruik van ovens bij gaschromatografie. Deze warmtevraag is eigen aan dat soort van analyses en bijgevolg kan worden geconcludeerd dat alternatieven voor deze technieken beperkt zijn.

#### 8.4.2. Beperkte keuzevrijheid leveranciers

TLR gebruikt elektrische apparatuur met een hoog energieverbruik. Deze apparatuur is op te delen in twee groepen.

Enerzijds is er de ‘huishoudelijke’ apparatuur, zoals koelkasten, diepvriezers, vaatwassers en klimaatkasten. Anderzijds bezit TLR een aantal gespecialiseerde en hoogtechnologische apparaten die onmisbaar zijn in het analyseproces. Het gaat dan om gas- en vloeistofchromatografen, centrifuges en broed- en droogstoven. Er kan worden geconcludeerd dat de keuzevrijheid van die laatste groep apparatuur beperkt is tot een niche van gespecialiseerde leveranciers in de markt.

Die beperkte keuzevrijheid is een knelpunt in het verduurzamen van het energiegebruik. In tegenstelling tot de keuze voor een koelkast, is het bijvoorbeeld niet mogelijk om zo maar over te stappen op een energiezuinigere gaschromatograaf.

#### 8.4.3. Voorgeschreven analysemethoden

TLR voert analyses uit, waarvan de methodiek is voorgeschreven in wet- en regelgeving. Ook internationale standaarden (vb. ISO) en voorschriften van vakorganisaties (vb. GAFTA, FOSFA) leggen vast volgens welke methode en met welke apparatuur een bepaalde analyse moet worden uitgevoerd.

De keuzevrijheid voor een energievriendelijker alternatief wordt dus eveneens beperkt.

#### 8.4.4. Wetgeving ten aanzien van accommodatie en infrastructuur

De voorwaarden en omgevingscondities waarin laboratoriumpersoneel hun werk moeten uitvoeren, liggen vast in de Arbeidsomstandighedenwet. De daaruit voortvloeiende ARBO regels gaan over het creëren van een gezonde werkplek met aangename klimatologische condities ten aanzien van temperatuur, luchtvochtigheid en ventilatie. Het ventilatiesysteem heeft een debiet van 21.000 m<sup>3</sup>/uur (Tebodin, 2007). Dit komt overeen met een ventilatievoud van 7 keer per uur. Terugdringen van het ventilatievoud is pas mogelijk wanneer kan worden vastgesteld of de concentraties aan toxische stoffen, die bij het uitvoeren van analyses kunnen vrijkomen in de omgevingslucht, niet verhoogd zullen worden. Hiervoor is gespecialiseerde meetapparatuur nodig en moet een meetnet met sensoren worden opgezet die de omgevingslucht monitoren op de aanwezigheid van vluchtige organische verbindingen (Labs for the 21<sup>st</sup> Century, 2010).

Daarnaast schrijven analysemethoden eveneens voor bij welke omgevingstemperatuur een analyse moet worden uitgevoerd. Voor een laboratorium als TLR is het dan ook niet mogelijk om de verwarming “een graadje lager” te draaien of de airconditioning wat lager te zetten. Dit heeft immers rechtstreeks een effect op de omgevingscondities en bijgevolg op de uitgevoerde analyses.

### 8.5. Verbeteropties voor een duurzaam energiegebruik bij TLR

Mogelijkheden om het energiegebruik terug te dringen zijn afhankelijk van het gebruikerstype (paragraaf 8.4). De keuze bestaat uit het nemen van technische maatregelen of het doorvoeren van ‘good housekeeping’ (Agentschap.NL, 2010b). Hierbij moet wel vermeld worden dat de grens tussen technische maatregelen en ‘good housekeeping’ niet altijd even scherp kan worden getrokken. Toen TLR in 2008 verhuisde naar het huidige pand aan de Bankwerkerstraat, werden al een aantal maatregelen onderzocht en uitgevoerd.

### 8.5.1. Reeds genomen maatregelen om het energieverbruik te reduceren

Onderstaande maatregelen werden genomen om het energiegebruik bij TLR terug te dringen.

a. Installatie van een balansventilatie-unit met warmteterugwinning uit de ventilatielucht van de kantoren en kantine (technische maatregel).

Hierbij wordt warmte uit de afvoerlucht van de kantoren en kantine gebruikt om de ventilatielucht voor te verwarmen. Dat betekent dat er minder energie nodig is om de ventilatielucht op temperatuur te brengen. Deze maatregel werd bij TLR uitgevoerd met een kruisstroom platenwisselaar die een effectiviteit heeft van 65%. Dat betekent dat tot 65% van de warmte uit afvoerlucht wordt aangewend (Tebodin, 2008a).

b. Installatie van een luchtbehandelingskast met warmteterugwinning uit de ventilatielucht van het laboratorium (technische maatregel).

Warmteproducerende analyseapparatuur zoals moffelovens en droogstoven geven ook restwarmte af aan de omgeving. Deze restwarmte wordt gerecupereerd via een buizensysteem en wordt eveneens gebruikt als voorverwarming voor de ventilatielucht. Er werd bij TLR een kruisstroom platenwisselaar met bypass gebruikt. Indien alle ventilatielucht uit het laboratorium zou worden gebruikt, dan zou tot 93% van de warmte uit de retourlucht kunnen worden aangewend. Omdat daarbij ook de lucht uit de zuurkasten zit, is dat hoge rendement niet haalbaar: die lucht is immers vervuild met chemische stoffen. Van de retourlucht is ongeveer 42% vervuild. Dat betekent dat een resterende hoeveelheid van 49% van de warmte in de totale retourlucht nog kan worden gebruikt.

De effectiviteit van deze maatregel wordt geïllustreerd door het feit dat TLR de centrale verwarmingsketels pas bij een buitentemperatuur van 4°C dient op te starten (Tebodin, 2008a).

c. Isolatie van leidingen, buitenwanden en dak (technische maatregel)

Het gebouw dat TLR betreft aan de Bankwerkerstraat is initieel gebouwd om te dienen als loods. Om die reden is vastgesteld dat de isolatie van leidingen, buitenwanden en het dak niet optimaal zijn.

Daarom werd in 2008 besloten om onderstaande zaken te isoleren alvorens het gebouw in gebruik werd genomen:

- isolatie van warmwaterleidingen;
- isolatie van koelwaterleidingen;
- isolatie van luchttoevoer en afvoer kanaaldelen;
- buitenwand- en dakisolatie, alsook isolatie van begane grondvloer;
- dubbele beglazing met zonnewering aan de buitenzijde.

d. Toepassen van een VAV-systeem (Variable Air Volume) en compartimentering van het laboratorium in 5 zones (technische maatregel)

Het laboratorium is ingedeeld in 5 zones. Het VAV-systeem met regelbare ventilatiefrequentie, zorgt ervoor dat elke zone afzonderlijk kan worden geventileerd. Hierdoor is er minder capaciteit in het totale luchtbehandelingsstelsel nodig en kan er energiebesparing worden verkregen. Een kostenbesparing van tussen de 0,9 en 1,6 euro / m<sup>2</sup> laboratoriumruimte is haalbaar (EPA, 2010a).

e. Installatie van verlaagde plafonds (technische maatregel)

Deze maatregel werd uitgevoerd in combinatie met het VAV-systeem en de compartimentering van het laboratoriumzonering, zoals besproken in paragraaf d. Door de plafonds te verlagen werd het volume aan te ventileren ruimte verminderd.

d. Installatie van 'Long-life' (HF) verlichting met bewegingsdetectie en dimbaar (technische maatregel)

Deze maatregel vereist technische aanpassingen, maar is er op gericht om zuiniger om te gaan met verlichting. Het is bijgevolg eveneens een 'good housekeeping' maatregel omdat vermeden wordt dat lichten onnodig blijven branden in lokalen waar niemand aanwezig is.

e. Installatie van twee hoog rendement gaswandketels (technische maatregel);

Deze maatregel is erop gericht om het laboratoriumgebouw met energie-efficiënte ketels te verwarmen. Er werden twee hoog-rendement NEFIT-ketels geïnstalleerd met een rendement van 107% (NEFIT, 2010).

De effectiviteit van deze maatregelen kon worden bepaald door het elektriciteitsverbruik per oppervlakte-eenheid te vergelijken tussen het oude en het nieuwe pand (tabel 8.5).

	Jufferstraat*	Bankwerkerstraat**
Bouwjaar pand	1978	1985
Laboratoriumoppervlakte (m <sup>2</sup> )	602	1165
Elektriciteitsverbruik (kWh)	440.000	482.000
Jaarlijks elektriciteitsverbruik per oppervlakte-eenheid: (kWh/m <sup>2</sup> )	<b>731</b>	<b>414</b>
* Elektriciteitsverbruik in 2006		
** Elektriciteitsverbruik in 2009		

**Tabel 8.5: Vergelijking elektriciteitsverbruik situatie Jufferstraat en Bankwerkerstraat**

De benutte laboratoriumoppervlakte steeg in het nieuwe pand van 602 m<sup>2</sup> naar 1165m<sup>2</sup>. Dit is bijna een verdubbeling ten opzichte van de Jufferstraat. Toch is op basis van de meterstanden uit 2009 een veel lager verbruik/m<sup>2</sup> te zien: van 731 kWh/m<sup>2</sup> naar 414 kWh/m<sup>2</sup>. Dit is een daling van 43%. Omdat vervanging en aanschaf van nieuwe analyseapparatuur in de periode tussen 2006 en 2009, niet significant bijdroeg, kan de besparing op het verbruik worden toegeschreven aan de reeds ingevoerde energiemaatregelen.

#### 8.5.2 Potentiële maatregelen om het energieverbruik te reduceren

Onderstaande maatregelen kunnen een bijkomende bijdrage leveren aan het meer duurzaam maken van het energieverbruik bij TLR:

a. Vervanging van oude apparaten ('good housekeeping').

In paragraaf 8.3 is aangegeven dat de bij TLR gebruikte apparatuur met de hoogste energievraag, betrekking heeft op drogen, verassen, verhitten en verwarmen.

Alternatieven voor die processen zijn er tot dusver niet. Het is daarom lastig om bij apparaten als stoven en ovens te komen tot energievermindering.

Wel kan er worden overwogen om oude apparaten te vervangen door de nieuwste generatie. De energielabels A+ en AA+ bijvoorbeeld, die worden gebruikt om de energiezuinigheid van koel- en vrieskasten aan te geven, kunnen hierbij als leidraad worden gehanteerd (Milieu Centraal, 2010).

b. Luchtgekoelde koelinstallatie met zomernachtventilatie (technische maatregel):

Deze maatregel maakt gebruik van zomernachtventilatie. Het principe van dit type ventilatie is dat de koele buitenlucht tijdens de nacht wordt gebruikt om de lokalen in het gebouw af te koelen. Dit zal het aantal vollast bedrijfsuren van de airconditioningsystemen tijdens de zomermaanden kunnen reduceren (Boonstra, Clocquet en Joosten, 2007).

c. Eigen elektriciteitsproductie bij TLR.

Een andere mogelijkheid bestaat erin om de kosten, verbonden aan de aanschaf van elektriciteit, te reduceren door zelf de benodigde elektriciteit te produceren.

De volgende opties zijn nader onderzocht en uitgewerkt.

c.1 Plaatsen van zonnepanelen (Bijlage 9):

Het plaatsen van zonnepanelen op het vrije dakoppervlak van TLR is onderzocht op economische haalbaarheid (Tebodin, 2008). Bij het onderzoeken van de economische haalbaarheid is gekeken naar de investeringskosten, de vermeden elektriciteitsinkoop, het piekvermogen van de zonnepanelen en de te recupereren bedragen via de Subsidieregeling Duurzame Energie. Het fluctueren van deze parameters in een wiskundig scenario geeft als resultaat de eenvoudige terugverdientijd van de investering. In de tabel in de bijlage zijn de vijf scenario's uitgewerkt.

- Het eerste scenario (nulmeting) is berekend door ingenieursbureau Tebodin begin 2008. Er treedt geen kostenbesparing op, er zal een extra kostenpost zijn van 1706 euro per jaar (Tebodin, 2008a).

- In het tweede scenario wordt de nulmeting van Tebodin herberekend met subsidies. De overheid heeft voor 2010 de Subsidieregeling Duurzame Energie (SDE) ingesteld.

De Subsidieregeling Duurzame Energie maakt onderscheid tussen kleine en grote installaties. Kleine installaties hebben een piekvermogen van minder dan 15.000 Watt-piek terwijl dat bij grote installatie oploopt van 15.000 tot 100.000 Watt-piek (Wp). De subsidies verschillen al naargelang de grootte van de installatie. Voor een grote installatie zoals dat bij TLR het geval zou zijn, is er in 2010 een basisbedrag van 0,430 Euro per kWh geproduceerde elektriciteit. De leveringsvergoeding voor zonnestroom aan het elektriciteitsnet bedraagt 0,053 Euro per kWh.

Dat bedrag wordt gerecupereerd via het elektriciteitsbedrijf en moet dus worden afgetrokken van het SDE-basisbedrag (SenterNovem, 2010a).

De SDE-bijdrage bedraagt dus 0,377 Euro per kWh.

Wanneer deze subsidie in rekening wordt gebracht voor een elektriciteitsproductie van 87.000 kWh per jaar, dan bedraagt het subsidiebedrag 31.093 Euro per jaar. Dat zou een terugverdientijd betekenen van 16 jaar.



- Het derde scenario simuleert het effect van een verdubbeling van het piekvermogen van de zonnepanelen naar 200 Wp en neemt de SDE mee. Er kan dan 30.346 Euro per jaar worden gerecupereerd. De terugverdientijd bedraagt het dubbele van scenario 2, namelijk 32 jaar. Dit komt omdat het initiële investeringsbedrag eveneens verdubbeld is.
- In scenario 4 wordt een verdubbeling van de elektriciteitsprijs naar 0,2 euro / kWh meegenomen. Het te recupereren bedrag is in dat geval 39.793 en de terugverdientijd 12 jaar.
- Tenslotte worden in het vijfde scenario alles samengebracht: het bedrag dat wordt gerecupereerd is 47.546 en de terugverdientijd is 21 jaar.

Er wordt een gemiddelde levensduur van 20 jaar verondersteld voor een zonnepaneelsysteem (SenterNovem, 2010c). Als wordt gekeken naar de vijf scenario's, dan zijn enkel scenario 2 (terugverdientijd is 16 jaar) en scenario 4 (terugverdientijd is 12 jaar) economisch rendabel. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat TLR geen invloed heeft op de marktfluctuaties van de inkoopprijs van elektriciteit. Het afsluiten van een meerjarig contract met vaste prijs kan een deel van het marktrisico opvangen.

#### c.2. Plaatsen van kleinschalige windturbines (Bijlage 10):

Een tweede mogelijkheid om zelf elektriciteit op te wekken, is het plaatsen van windturbines. Hierbij is uitgegaan van de turbines die een rotordiameter hebben kleiner dan 2 meter. Bij grotere turbines geldt een vergunningsplicht, hetgeen de termijn waarop deze optie zou kunnen worden geïnstalleerd, aanzienlijk wordt verlengd. De terugverdientijd van deze investering zal ongeveer 284 jaar bedragen, hetgeen niet haalbaar is.

#### c.3. Inventarisatie voor energiezuinige koeling (Bijlage 11):

Koeling is een proces met een hoge energievraag. Daarom is onderzocht of de koeling niet energiezuiniger kon worden angewend. TLR is vlak bij de Maas gelegen. Door gebruik te maken van een watergekoelde koelinstallatie, gecombineerd met het Maaswater, zou efficiënter kunnen worden gekoeld dan met een luchtgekoelde koelinstallatie. Bij gebruik van Maaswater zijn extra faciliteiten nodig zoals een in- en uitlaatsysteem, filters, koelwaterpompen, buizenwerk en een chloordoseringssysteem. Dit gaat gepaard met grote investeringskosten. Daarnaast zal ook de vergunning moeten worden aangepast ten aanzien van de lozingseisen. Deze twee aspecten zijn meegenomen in de haalbaarheidsstudie. De uiteindelijke besparingssom bedraagt 5.200 Euro per jaar maar met een terugverdientijd van meer dan 19 jaar is deze optie economisch niet interessant. Een bijkomend argument om deze optie niet te kiezen is de thermische vervuiling die optreedt bij lozen van warm water, alsook de verhoogde temperatuur van het Maaswater in de zomer.

## **8.6 Voorlopige conclusies**

### **a. Factoren die bijdragen aan het energieverbruik bij TLR.**

- Het hoge energieverbruik wordt bepaald door de hoge energievraag van de apparatuur. Zo hebben moffelovens en droogovens een hoog elektriciteitsverbruik. Dit type apparaten is verantwoordelijk voor 15% van de energievraag van het laboratorium (paragraaf 8.6.c). De overige analyseapparatuur verbruikt 49% van de energie bij TLR. Dit betekent dat 64% van de totale energievraag naar analyseapparatuur gaat.

- De ventilatiesystemen hebben een energievraag van 15%. Terugdringen van het aantal ventilatiebeurten kan energie besparen en is een haalbare optie. Dit is echter enkel mogelijk wanneer er een systematische controle wordt uitgevoerd op de chemische samenstelling van de omgevingslucht. Hiervoor is een meetnet van sensoren nodig, dat conform de bepalingen in de Arbeidsomstandighedenwet, de concentratie aan carcinogene en mutagene organische verbindingen meet. Afhankelijk van de gemeten concentraties, kan het aantal ventilatiebeurten worden geoptimaliseerd (paragraaf 8.4.4).

b. Reeds getroffen maatregelen

Een aantal maatregelen werden bij TLR ingevoerd toen het laboratorium verhuisde naar het nieuwe pand aan de Bankwerkerstraat (paragraaf 8.5.). Vergelijking met de oude situatie aan de Jufferstraat illustreert dat er een daling heeft plaatsgevonden van het elektriciteitsverbruik per benutte laboratoriumoppervlakte van 43% (paragraaf 8.5.1).

De reeds getroffen maatregelen zijn de volgende:

- De restwarmte van moffelovens en droogstoven wordt bij TLR gerecupereerd en via warmtepompen gebruikt bij de voorverwarming van ventilatielucht. Hier kan energiewinst worden geboekt: pas bij een buitentemperatuur van 4°C dient te conventionele verwarmingsketel eveneens in werking te treden.
- Andere technische maatregelen zijn isolatie van leidingen, het indelen van het laboratorium in vijf zones waardoor ventilatie optimaal kan plaatsvinden en het gebruik van Long-Life verlichting met bewegingsensoren, resulteert eveneens in energiewinst.

c. Knelpunten in het terugdringen van het energieverbruik:

- De bij TLR in gebruik zijnde analyseapparatuur aan zich laat weinig ruimte om duurzaamheidswinst te halen. TLR maakt veelvuldig gebruik van droog-, verassings- en verhittingsprocessen, waarbij toestellen worden gebruikt met een hoge energievraag.
- Ook wordt door fabrikanten van analyseapparatuur nauwelijks aandacht geschonken aan de energie-efficiënte van hun producten. Uitzonderingen hierop zijn koel- en vrieskasten die door het verkrijgen van een energielabel wel onderling kunnen worden vergeleken (paragraaf 8.5.2 a).
- De wet- en regelgeving met betrekking tot analysevoorschriften laat weinig ruimte voor alternatieven. Zo moeten verassingsprocessen volgens de bij TLR gehanteerde ISO-normen gedurende 3,5 uur bij een temperatuur van 850 °C worden toegepast.
- Het zelf produceren van energie met behulp van fotovoltaïsche cellen en / of windturbines is onderzocht maar is voor TLR economisch onrendabel gebleken.

## Hoofdstuk 9. Chemicaliëngebruik bij TLR International Laboratories

### 9.1. Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft het onderzoek naar duurzame ontwikkeling van het analyseproces van TLR met betrekking tot het chemisch afval. De volgende onderzoeksvragen worden hierbij beantwoord:

- *Welke factoren dragen bij aan de hoeveelheid chemisch afval binnen TLR?*
- *Welke van die factoren zijn niet of minder duurzaam?*
- *Welke knelpunten treden op met betrekking tot het meer duurzaam maken van deze factoren?*
- *Welke verbeteropties zijn er om ervoor te zorgen dat de geïdentificeerde factoren minder chemisch afval gaan genereren?*

In paragraaf 9.2 worden de factoren besproken die bijdragen aan de hoeveelheid chemisch afval binnen TLR. Hierbij wordt een overzicht gegeven van de in gebruik zijnde chemicaliën op de vijf afdelingen bij TLR. Paragraaf 9.3 bespreekt de concrete mogelijkheden tot duurzame ontwikkeling van het analyseproces. Hierbij wordt de milieubelasting per compartiment beschreven en wordt het chemisch afvalbeheer toegelicht. Vervolgens worden de factoren besproken die niet of minder duurzaam zijn. In paragrafen 9.4 en 9.5 worden de knelpunten en verbeteropties besproken. Ook wordt nagegaan of de opties voor alternatieve analysetechnieken uit de literatuurstudie bij TLR kunnen worden toegepast.

### 9.2. Factoren, die bijdragen aan de hoeveelheid chemische afval

#### 9.2.1 Gebruik van chemische stoffen bij TLR

TLR is als laboratorium in belangrijke mate aangewezen op het gebruik van chemicaliën, die worden aangewend als hulpstoffen in het analyseproces. Chemische stoffen worden gebruikt als solvent tijdens de monstervoorbewerking en het extractieproces. Tijdens de extractiestap worden de te analyseren bestanddelen uit het monstermateriaal (ook nog matrix genoemd) geïsoleerd en opgelost. Daarnaast worden chemicaliën ook toegepast als reagens in het analysevoorschrift, als referentiestandaard ter controle van de metingen, als kalibratiestof om apparatuur te ijken en als reinigingsmiddel voor glaswerk.

#### 9.2.2 Chemische afval bij TLR

Het gebruik van chemicaliën betekent dat voor, tijdens en na het analyseproces, emissies van chemisch afval naar het milieu kunnen plaatsvinden. Ook bestaat het risico op calamiteiten bij de opslag van chemicaliën, waardoor uitstroom kan ontstaan naar de milieucompartmenten lucht, bodem en water. Restanten van monsters vormen eveneens een extra belasting voor het milieu. Daarnaast kunnen emissies ontstaan van fijn stof door het fijnmalen van monsters in de eerste stap van het analyseproces, de monstervoorbereiding. Tijdens het malen ontstaat tevens geluidshinder.

Het gebruik van chemische stoffen in het analyseproces leidt tot afval omdat er restanten van ongebruikte chemicaliën ontstaan. Dit chemisch afval wordt gescheiden verzameld en vervolgens opgehaald door een gespecialiseerde afvalverwerker, de firma Economisch Afvalbeheer. Er worden vijf categorieën gehanteerd, waarin het afval wordt opgedeeld (TLR, 2009). Er wordt onderscheid gemaakt tussen halogeenrijke, organische vloeistoffen, halogeenarme, brandbare, vloeistoffen, anorganische zuren, glazen analyseflesjes en Kjeldahlvloeistof. De chemische afvalstromen van TLR zijn in kaart gebracht gedurende de afgelopen 4 jaar (Bijlage 12 – tabel 12.1).

Het volume aan chemisch afval is op 4 jaar tijd meer dan verdubbeld. In 2006 werd er 3025 liter afgevoerd terwijl dit in 2009 6750 liter was. In tabel 12.2 van bijlage 12 zijn de volumes omgerekend naar percentages. Deze cijfers illustreren dat het aandeel van halogeenrijke organische vloeistoffen gedurende de afgelopen jaren afnam met 4,4%. De hoeveelheid afval van halogeenarme, brandbare vloeistoffen nam licht toe: van 26,4% in 2006 naar 34,4% in 2009.

Halogeenrijke, organische vloeistoffen zijn verbindingen met een lage calorische verbrandingswaarde en een percentage aan chloor, groter dan 1 en fluor, groter dan 0,01 (TU Delft, 2011). Bij TLR gaat het onder meer om trichloormethaan en trifluoroazijnzuur. Beide verbindingen worden nog slechts sporadisch gebruikt. Dichloormethaan is eveneens een halogeenrijke, organische verbinding, die nog wel frequent door TLR wordt gebruikt. Onder halogeenarme, brandbare vloeistoffen worden diethylether, methanol, ethanol, aceton, petroleumether, acetonitril, pentaan en hexaan gerekend.

Onder de anorganische zuren worden onder meer waterstofnitraat, waterstofchloride en waterstofsulfaat gerekend. Deze zuren werden tot 2007 nog grotendeels op het riool geloosd wat de lage waarden verklaart uit 2006 en 2007. Vanaf 2008 worden de restanten ervan eveneens opgehaald door de gespecialiseerde afvalverwerker.

De hoeveelheid analyseflesjes met restanten van oplosmiddelen blijft eveneens nagenoeg constant. In 2006 werden deze nog met het huishoudelijk afval verwijderd wat het cijfer uit 2006 verklaart.

Het hoofdbestanddeel van Kjeldahlvloeistof is geconcentreerd zwavelzuur. Ook bevat het restanten van natriumhydroxide die in het analyseproces wordt toegepast als oplossing van 32% (m/v). De afvalstroom van Kjeldahlvloeistof kende in 2008 een terugval, waarna deze in 2009 opnieuw nagenoeg op het niveau kwam van de jaren ervoor. De reden van de terugval in 2008 is een daling van het aantal analyses die dit reagens gebruiken. In de periode 2007 tot 2009 werd door ontwikkelingen in de markt minder analyses uitgevoerd op de afdeling Weender (TLR, 2010a).

In 2009 vormden zowel de Kjeldahlvloeistof (34,3%) als de halogeenarme brandbare vloeistoffen (34,4%) het hoofdaandeel in de chemische afvalstromen. De anorganische zuren (24,8%) kwamen op de derde plaats.

### 9.2.3 Belasting van chemisch afval en impact per afdeling

De milieurelevante stofeigenschappen zijn voor elke verbinding terug te vinden op de 'material safety data sheet' (MSDS) en zijn geïnventariseerd (Bijlage 13).

Op basis daarvan is een chemische risico-inventarisatie uitgevoerd voor elke afdeling.

<b>Afdeling Organische Chemie</b>		
<b>Parameter:</b>	<b>Meetmethode:</b>	<b>Extractie met:</b>
Mycotoxines	LC/MSMS	acetonitril/methanol/water
Pesticides	GC/MSMS	aceton en dichloormethaan
Pesticides	LC/MSMS	aceton/water
PAK's en PCB's	LC/GC/MS	aceton en dichloormethaan
Dioxines	GC/LC/MSMS	pentaan
Melamine	LC/MSMS	mierenzuur

<b>Afdeling Weender</b>		
<b>Parameter:</b>	<b>Meetmethode:</b>	<b>Extractie met:</b>
Eiwit	Kjeldahl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (geconcentreerd) / NaOH 32% (m/v)
<b>Afdeling Anorganische Chemie</b>		
<b>Parameter:</b>	<b>Meetmethode:</b>	<b>Extractie met:</b>
Zware metalen Standaard zware metalen	Kwikanalyser / ICP-MS	HNO <sub>3</sub> / HCl / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / HB lood, cadmium, kwik en arseen

**Tabel 9.1: Analyses bij TLR: meet- en extractiemethoden op de afdelingen Organische chemie, Weender en Anorganische chemie.**

#### A. Afdeling Organische chemie

Van het vluchtige organische afval is 40,9% afkomstig van de afdeling Organische chemie (tabel 12.3 in bijlage 12). Het extractieproces is de belangrijkste bron van dit afval (tabel 9.1) Tabel 9.1 geeft per te analyseren parameter aan welke verbindingen worden gebruikt op de afdeling Organische chemie. Het gaat om de analyses van pesticiden, mycotoxines, PCB's, dioxines, melamine en PAK's. Door de intrinsieke, milieu- en gezondheidsbelastende eigenschappen van deze stoffen vormen ze een milieurisico.

Per extractiemiddel worden de risico's besproken (Bijlage 13 – tabel 13.1):

a. Acetonitril is een halogeenarme organische verbinding die wordt gebruikt bij de extractie van mycotoxines. De verbinding kan irritatie aan ogen, slijmvlies en huid veroorzaken. Bij inslikken van deze verbinding en bij chronische blootstelling over een lange periode kan nier- en leverschade optreden. De toxiciteit van het product, uitgedrukt als LD<sub>50</sub> (letale dosis voor 50% van een populatie - LD<sub>50</sub> (oraal, rat) is tussen 2730 en 3800 mg/kg) is laag tot gematigd. Het omzetten van de stof naar waterstofcyanide kan leiden tot ernstige vergiftigingsverschijnselen, zoals ademhalingsmoeilijkheden, braken en misselijkheid. De ecotoxiciteit van acetonitril, uitgedrukt als LC<sub>50</sub> (letale concentratie in het milieu voor 50% van een populatie – LC<sub>50</sub> (vis) is 1640 mg/kg). Omdat het voor 98% biologisch afbreekbaar is, zal bio-accumulatie niet voorkomen. Het product kan wel een toxisch effect hebben op vis en plankton. Er is tevens gevaar voor de vorming van giftige en explosieve mengsels met lucht boven het wateroppervlak. Daarnaast vormt het product een gevaar voor drinkwatervoorraden (Merck, 2010a).

b. Aceton is een halogeenarme, brandbare organische verbinding, die wordt aangewend in het extractieproces voor pesticiden, PAK's en PCB's. Ook wordt de stof gebruikt als spoelvoelstof voor het drogen van glaswerk. De verbinding bevat humaan toxische eigenschappen: de LD<sub>50</sub> (oraal, rat) waarde bedraagt 5800 mg/kg. De stof is erg vluchtig (kookpunt: 56°C) en kan irritatie van ademhalingswegen veroorzaken (Merck, 2010b). Bij inademing kunnen ook stoornissen van het centrale zenuwstelsel voorkomen, hetgeen duizeligheid en evenwichtsstoornissen kan veroorzaken. Aceton is carcinogeen voor de mens. De milieutoxische eigenschappen zijn gering: de LC<sub>50</sub> (vis) is 5540 mg/kg. Omdat het product goed wateroplosbaar is, zal het bij lozing op oppervlaktewater betrekkelijk snel verdund worden.

Omwillen van de hoge vluchtigheid zal aceton in dampvorm voorkomen. Er vindt geen bio-accumulatie van aceton plaats (ATSDR, 1994).

c. Dichloormethaan is een organische verbinding die wordt gebruikt bij de extractie van pesticiden en PAK's en PCB's. De verbinding is erg vluchtig (kookpunt 40°C) en heel brandbaar. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) bedraagt 1600 mg/kg. De humaan toxische eigenschappen van de verbindingen zijn braken, misselijkheid en aantasting van het longslijmvlies. Ook kan cardiovasculaire, neurologische en leverschade optreden. Er wordt aangenomen dat dichloormethaan carcinogeen is (ATSDR, 2001). Dichloormethaan is biologisch slecht afbreekbaar in water: slechts 5 tot 26% wordt afgebroken.

De verbinding heeft een LC<sub>50</sub> (vis) van 193 mg/l (Merck, 2010c).

d. Methanol wordt gebruikt bij de extractie van mycotoxines en behoort tot de halogeenarme, brandbare organische vloeistoffen. Het is een alcohol en veroorzaakt bij inademing en inslikken braken, misselijkheid en kan leiden tot blindheid. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) bedraagt 5628 mg/kg.

Bij langdurige blootstelling kan schade aan de nieren en de lever ontstaan.

Methanol is goed wateroplosbaar (tot 99%) en goed afbreekbaar (Merck, 2010d). De LC<sub>50</sub> (vis) van methanol bedraagt 15400 mg/l.

e. Pentaan of n-pentaan wordt toegepast bij de extractie van dioxines. Het behoort tot de halogeenarme, brandbare organische verbindingen. Bij een temperatuur van 36°C kookt pentaan en is erg brandbaar.

De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) is groter dan 2000 mg/kg en de humaan toxische eigenschappen komen tot uiting na inhalatie en inslikken van pentaan: braken, longoedeem of zelfs een ademhalingsstilstand kunnen zich dan voordoen. Pentaan is lipofiel en daarom kan accumulatie in vetweefsel optreden. Hierdoor wordt de verbinding geïmmobiliseerd maar kan wel op een later moment, bij het aanspreken van de vetreserves, in het organisme vrijkomen. Pentaanlozingen vormen een risico op contaminatie van drinkwatervoorraden. Kwantitatieve data voor de LC<sub>50</sub> zijn niet vermeld in de MSDS, maar bio-accumulatie wordt wel vernoemd als ecotoxisch effect (Merck, 2010e).

f. Mierenzuur is een organisch zuur dat bij de extractie van melamine wordt toegepast. Bij een concentratie van 98% heeft de stof een pH van 2,2 en is corrosief. De humaan toxische effecten vinden plaats na orale inname. Dit kan leiden tot ernstige brandwonden aan de mond, de keel en de slokdarm. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) bedraagt 730 mg/kg.

Mierenzuur is toxisch voor vissen omdat het door zijn lage zuurtegraad een verlaging van de pH van het waterige milieu veroorzaakt. De LC<sub>50</sub> (vis) bedraagt tussen de 46 en 100 mg/l. Bio-accumulatie komt niet voor. Mierenzuur is voor 98% biologisch afbreekbaar door de goede wateroplosbaarheid (Merck, 2010f). De standaardoplossing die wordt gebruikt voor de melamine-analyse is sterk verdund en bevat slechts 3%(v/v) geconcentreerd mierenzuur (TLR, 2010c).

Op basis van de prioritaire stoffenlijst, die de overheid hanteert door de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn water, kan worden geconcludeerd dat het gebruik van dichloormethaan op de afdeling Organische Chemie de meeste milieurisico's inhoudt (RIVM, 2011).

#### B. Afdeling Weender:

De afdeling Weender is de enige afdeling die bij eiwitanalyse gebruik maakt van geconcentreerd zwavelzuur om de monstermatrix te destrueren. NaOH-oplossing wordt eveneens aangewend. Deze Kjeldahlvloeistof bedroeg in 2009 34,3% van de totale hoeveelheid aan chemisch afval (Bijlage 12 – tabel 12.2).

In bijlage 13, tabel 13.2, staat een overzicht van de eigenschappen van de beide verbindingen, die milieurisico's inhouden. Bij beide verbindingen gaat het dan voornamelijk om de pH. Zwavelzuur is een sterk zuur dat in geconcentreerde vorm een verzuring veroorzaakt indien het product zou worden geloosd op oppervlaktewater. Ook zorgt het product bij vermenging met water voor een acute temperatuursverhoging (Merck, 2010g).

Natriumhydroxide is een sterke base met een hoge pH-waarde, wat het product eveneens corrosieve eigenschappen geeft (Merck, 2010h). Beide eigenschappen zorgen ervoor dat tijdens het werken met deze stoffen, de gepaste veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen.

#### C. Afdeling Microbiologie:

Op de afdeling Microbiologie worden weinig tot geen humaan en milieutoxische chemicaliën gebruikt. Stoffen die enigszins milieutoxisch zijn, zijn onder meer het ontsmettingsmiddel op basis van chloroxynol (Dettol). De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) bedraagt 3830 mg/kg (Merck, 2010k).

Verder worden nog aceton en ethanol gebruikt. De acute humane toxiciteit van beide stoffen is laag. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) voor aceton bedraagt 5800 mg/kg en voor ethanol 6200 mg/kg.

Bij opname via de huid kan dit wel resulteren in genotoxische effecten (Merck, 2010j).

Biologisch afval van de afdeling Microbiologie bestaat uit geïnoculeerde bacterieculturen. Dit afval wordt eveneens apart opgehaald in hiervoor bestemde afvalvaten. Dit afval, dat niet chemisch van aard is, valt buiten dit onderzoek.

#### D. Afdeling Monsterkamer

In de monsterkamer worden geen chemicaliën gebruikt. Afval, veroorzaakt door deze afdeling, beperkt zich tot resten van monstermateriaal en stof, dat door het malen van monsters is ontstaan. Deze hoeveelheid is klein en beperkt zich tot 0,2 µg stof per m<sup>3</sup>.

Restanten van deze niet-gecontamineerde monsters worden, al naargelang type en soort, opgehaald door een energiebedrijf en gebruikt als hernieuwbare brandstof bij de opwekking van elektriciteit.

#### E. Afdeling Anorganische chemie:

In de afdeling Anorganische chemie worden anorganische zuren gebruikt tijdens de extractieprocessen. Daarnaast vormen de standaardoplossingen van zware metalen zoals lood, cadmium, kwik en arseen milieurisico's (Tabel 9.1).

In bijlage 13, in tabel 13.3 worden de milieurisico's weergegeven van de op de afdeling gebruikte chemische stoffen. De gebruikte anorganische zuren vormen een milieurisico wanneer ze zouden terechtkomen in het oppervlaktewater.

Van groter belang bij het inschatten van het milieurisico zijn de standaardoplossingen van de zware metalen lood, cadmium, kwik en arseen.

a. Lood is een element dat van nature voorkomt in de aardkorst onder de vorm van looderts (als loodsulfide, loodsulfaat en loodcarbonaat), maar industriële activiteiten vormen de voornaamste bron van de aanwezigheid van lood in de verschillende milieucompartimenten. Bij TLR wordt geen gebruik gemaakt van het element lood, maar wel van in water oplosbare loodionen in de vorm van een standaardoplossing van anorganisch loodnitraat.

De humaan toxische eigenschappen van anorganische loodionen uiten zich na orale opname op het niveau van hart- en bloedvaten (een verhoogde bloeddruk), het spijsverteringsstelsel (braken en constipatie), zenuwstelsel (zoals gedragsstoornissen en cognitieve storingen), de ogen en de nieren. Ook kan het de groei en ontwikkeling van organen negatief beïnvloeden en kan het hormoonverstorende effecten hebben. Loodnitraat heeft een LD<sub>50</sub> (oraal, rat) van 4665 mg/kg. De milieutoxische eigenschappen worden bepaald door de sterke binding van het element lood in de bodem of het sediment van waterlopen. De LC<sub>50</sub> (watervlo) bedraagt 1,8 mg/l. Wanneer de bodem waarin het lood gebonden zit verzuurt, kan dit leiden tot het vrijzetten van loodionen (ATSDR, 2007a).

b. Cadmium is een element dat in de aardkorst voorkomt als mineraal in cadmiumchloride, cadmiumoxide en cadmiumsulfide. Bij TLR wordt geen gebruik gemaakt van het element cadmium, maar wel van in water oplosbare cadmiumionen in de vorm van een standaardoplossing. De humaan toxische eigenschappen uiten zich voornamelijk na inhalatie van cadmium. Bij hoge concentraties kan longschade optreden. Bij langdurige opname via roken of opname via de voeding, kan er ook nierschade en schade aan botten optreden. Orale opname van hoge concentraties kan maagirritatie, braken en diarree veroorzaken. Cadmium is tevens een carcinogene verbinding

De LD<sub>50</sub> (rat) van cadmium (als cadmiumchloride) is 88 mg/kg (Oxford, 2006a). Cadmium is tevens bio-accumulatief en kan in de voedselketen terechtkomen. Ook kan het binden aan de bodem en worden vrij gezet wanneer verzuring optreedt (ATSDR, 2008).

c. Kwik vormt anorganische zouten met andere elementen, zoals chloor, zwavel of zuurstof. Bij TLR wordt geen gebruik gemaakt van het element kwik, maar wel van in water oplosbare anorganische kwikionen in de vorm van een standaardoplossing. De humaan toxische effecten van kwik hebben vooral betrekking op het zenuwstelsel. Organisch gebonden kwik (methylkwik) kan permanente schade aan de hersenen en de zenuwen veroorzaken, hetgeen leidt tot symptomen als beven, slecht zicht, irritatie, nervositeit, doofheid en geheugenproblemen. Anorganisch kwik kan accumuleren in het weefsel van de nieren en daar schade veroorzaken. Tijdens de groei en ontwikkeling van organen, kan kwik een nadelig effect hebben. De LD<sub>50</sub> (rat) van kwik (als kwikchloride) is 1 mg/kg (Oxford, 2006b). Kwik is tevens bio-accumulatief en kan in de voedselketen terechtkomen. Wanneer anorganisch kwik in het milieu terechtkomt, kan het door micro-organismen worden omgezet naar organische kwikverbindingen, zoals methylkwik.

Deze verbinding kan door vis- en schaaldieren worden opgenomen waarna bij consumptie blootstelling van de mens aan methylkwik plaatsvindt (ATSDR, 1999).

d. Arseen komt veelvuldig voor in de aardkorst als anorganisch zout zoals arseenoxide, arseenchloride en arseensulfide. Bij TLR wordt geen gebruik gemaakt van het element arseen, maar wel van in water oplosbare anorganische arseenionen in de vorm van een standaardoplossing.



De humaan toxische eigenschappen zijn verschillend al naargelang het om anorganisch of organisch gebonden arseen gaat. Zo kan anorganisch arseen na inhalatie van hoge concentraties aanleiding geven tot misselijkheid, braken en diarree. Bij orale inname kan bloedarmoede optreden. Ook huidirritatie behoren tot de toxische eigenschappen van arseen. De LD<sub>50</sub> (rat) van arseen is 763 mg/kg (Oxford, 2006c). Ook kan het binden aan de bodem en worden vrij gezet wanneer verzuring optreedt. In dieren en planten kan arseen organische verbindingen vormen door te reageren met zuurstof en waterstof. Arseen kan ook door de lucht worden getransporteerd doordat het gebonden is aan stof. De aanwezigheid van arseen in grond- of rivierwater kan leiden tot sedimentatie in de bodem (ATSDR, 2007b).

De restanten van de gebruikte oplossingen met zware metalen worden in de categorie anorganische zuren afgevoerd door het bedrijf Economisch Afvalbeheer B.V. die instaat voor de verdere verwerking.

### **9.3. Mogelijkheden tot duurzame ontwikkeling van het chemicaliëngebruik bij TLR**

#### **9.3.1 Milieubelasting door TLR per milieucompartiment**

Door de laboratoriumactiviteiten binnen TLR kan milieubelasting naar drie milieucompartimenten ontstaan (Tebodin, 2007):

##### **a. Emissies naar de lucht**

Tijdens het analyseproces ontstaan emissies naar de lucht. De bronnen van deze emissies zijn zuurkasten, ovens, de monstervoorbewerking in de monsterkamer en microbiologische analyseprocessen waarbij de emissies vrijkomen. Via het ventilatiesystemen van het laboratorium komen deze emissies terecht de buitenlucht.

De halogeenrijke, organische vloeistoffen en de halogeenarme, brandbare vloeistoffen zijn het meest vluchtig en veroorzaken daarom een emissie naar de lucht die 10% bedraagt van de totale hoeveelheid. Deze emissie naar de lucht van solventen vindt plaats via de zuurkasten. De overige 90% van deze vloeistoffen wordt via afvalvaten afgevoerd. Als naar de cijfers voor 2009 in tabel 12.3 van bijlage 12 wordt gekeken, betekent het dat het totaal aan halogeenarme en halogeenrijke vloeistoffen 2760 liter bedraagt. Daarvan is 10%, namelijk 276 liter via vervluchtiging langs de zuurkasten geëmitteerd naar de buitenlucht. De resterende 90%, in casu 2475 liter, wordt door de afvalverwerker opgehaald.

Bij anorganische zuren en Kjeldahlvloeistof is er nauwelijks sprake van emissie naar de lucht. Een andere emissiebron naar de lucht is het monsterverwerkingsproces in de monsterkamer. Omdat daar maalbewerkingen worden uitgevoerd, die monsters versnijden tot analyseerbare eenheden, ontstaan stofemissies. Deze zijn door het installeren van filters beperkt tot 0,2 mg/m<sup>3</sup>. Volgens de gegevens van de fabrikant is de efficiëntie van de gebruikte filters voor stof met een deeltjesgrootte van 0,3 µm 80 tot 90% (Clean Air Techniek, 2010).

##### **b. Emissies naar oppervlaktewater**

TLR maakt gebruik van leidingwater in het analyseproces. Ook wordt het gebruikt als spoelwater, koelwater en als grondstof voor de productie van gedemineraliseerd water. Voorts is er ook huishoudelijk gebruik van leidingwater in de kantine en de sanitaire ruimten voor toiletten en douchen.

Het spoel- en koelwater vormt de grootste hoeveelheid van de emissie naar het oppervlaktewater en bedraagt jaarlijks ongeveer 2.000 m<sup>3</sup>.

Het bevat slechts zeer beperkte hoeveelheden chemicaliën en wordt geloosd op het riool naar het gemeentelijke rioolnetwerk.

#### c. Emissies naar de bodem

Door de installatie van vloeistofkerende vloeren zijn emissies van chemische stoffen naar de bodem bij TLR nagenoeg onmogelijk. Ook zijn maatregelen genomen die het morsen van chemicaliën zoveel mogelijk moeten terugdringen.

Deze maatregelen zijn lekbakken in de chemicaliënopslag. Op deze manier worden preventieve maatregelen ingezet om calamiteiten te voorkomen.

#### 9.3.2 Chemicaliënbeheer en afvalstromen

In de vergunning van de DCMR is een direct toegankelijk stockbeheer van chemicaliën opgenomen als eis (DCMR, 2007). Het beheer van chemicaliën is bij TLR onderdeel van het 'laboratory information management system' (LIMS). In een database worden opslag- en verbruiksgegevens bijgehouden door een beheerder.

Wanneer analisten in het systeem aangeven dat de voorraad van een bepaald product vermindert, genereert het programma een waarschuwing die de beheerder erop wijst dat een nieuwe bestelling moet gebeuren. Op deze manier wordt de besteltijd geoptimaliseerd en wordt vermeden dat grote hoeveelheden chemicaliën in het laboratorium moeten worden opgeslagen.

De opslag van chemicaliën vindt plaats in twee hiervoor ontworpen containers buiten het laboratoriumgebouw. Deze locatie bevat eveneens de voorraad gas, die nodig is bij diverse analyseapparaten zoals gaschromatografie en atomaire absorptie spectrometrie.

Door een on-line beheersysteem kan de leverancier van het analysegas van op afstand de voorraad monitoren en zal dit bedrijf het nodige doen om bijna lege gascilinders tijdig te komen vervangen (TLR, 2009). Deze maatregel zorgt ervoor dat er in het laboratorium nooit een te grote opslag van gas is.

Maandelijks wordt een opgave gemaakt van de vaten met afval. Vervolgens wordt Economisch Afvalbeheer B.V., gecontacteerd om het afval te komen ophalen. Dit bedrijf levert tegelijk lege vaten om het afval van de komende maand op te slaan.

#### 9.3.3 Alternatieven voor het gebruik van chemicaliën tijdens het analyseproces bij TLR

Uit paragraaf 9.2.3 is gebleken dat bij TLR de extractiestap op de afdeling Organische chemie de hoogste milieubelasting veroorzaakt.

In paragraaf 6.4.3 van hoofdstuk 6 is een aantal technieken vermeld die een alternatief kunnen bieden voor de milieutoxische organische chemicaliën in de extractiefase (Bijlage 6). Het gros van de analyses bij TLR gebeuren op vaste monstermatrices. Daarom is onderzocht welke technieken een mogelijk alternatief kunnen bieden. In bijlage 13 (tabel 13.4) zijn vier technieken vergeleken: de klassieke Soxhlet-extractie, zoals die bij TLR wordt toegepast en drie alternatieve technieken (SFE, MAE en UAE). Voor elke techniek is onderzocht welk solvent in aanmerking komt en wat het volume is, dat moet worden gebruikt in de extractiefase.

a. Voor de mycotoxine-analyse bij TLR wordt een Soxhlet-extractie met acetonitril en methanol uitgevoerd, waarvoor in totaal 104 ml mengsel vereist is. Voor het alternatief met SFE is enkel CO<sub>2</sub> vereist (Zougagh, 2008), voor zowel de MAE als de UAE is 20 ml methanol nodig (Pallaroni en Von Holst, 2003).

Er kan worden geconcludeerd worden dat er slechts 20% van het volume aan solvent vereist is met de alternatieve technieken. Bovendien wordt het gebruik van acetonitril vermeden.

b. Voor de analyse van de hoogpolaire pesticidenverbindingen (bij TLR Combi 3 en 4 genoemd) wordt een Soxhlet-extractie met aceton en dichloormethaan uitgevoerd, waarvoor in totaal 205 ml mengsel vereist is.

De hoogpolaire pesticiden zijn minder geschikt voor SFE-extractie (Tobiszewski, 2009). Voor de MAE is 10 ml toluen nodig, of slechts 5% solvent ten opzichte van de klassieke extractie (Pastor, 1998) en voor de UAE is 40 ml ethylacetaat, of slechts 20% solventvolume vereist (Pan, 2007).

Er is bij het toepassen van de alternatieven voor Soxhlet minder solvent nodig. Daarnaast wordt het gebruik van dichloormethaan vermeden.

c. Voor de analyse van de non- en laag polaire pesticidenverbindingen (bij TLR Combi 1 genoemd) wordt een Soxhlet-extractie met 96 ml aceton uitgevoerd. Voor het alternatief met SFE is enkel CO<sub>2</sub> vereist (Farid, 2001). Voor de MAE is 10 ml toluen nodig, of slechts 10% solventvolume ten opzichte van de Soxhlet-extractie (Pastor, 1998). Voor de UAE is 25 ml van een 50%(v/v) petroleumether / aceton mengsel vereist, of slechts 26% solvent (Tor, 2006). Er kan worden geconcludeerd worden dat er duidelijk minder solvent vereist is met de alternatieve technieken.

d. Voor de analyse van de PAK's en PCB's wordt een Soxhlet-extractie met aceton en dichloormethaan uitgevoerd, waarvoor in totaal 205 ml mengsel vereist is. Voor het alternatief met SFE is enkel CO<sub>2</sub> vereist (Camel, 2001). Voor de MAE is 10 ml toluen nodig of slechts 5% solventvolume ten opzichte van de Soxhlet-extractie (Pastor, 1998) en voor de UAE is 200 ml van een 50%(v/v) hexaan / aceton mengsel vereist (Camel, 2001). Er kan worden geconcludeerd dat er met name voor de MAE minder solvent vereist. De UAE heeft bijna hetzelfde volume aan solvent nodig dan met de klassieke Soxhlet-extractie. Bovendien wordt het gebruik van dichloormethaan vermeden.

e. Voor de analyse van dioxines wordt een Soxhlet-extractie met pentaan en dichloormethaan uitgevoerd, waarvoor in totaal 125 ml mengsel vereist is. Voor het alternatief met SFE is enkel CO<sub>2</sub> vereist (Focant, 2004). Voor de MAE is 30 ml toluen nodig of slechts 24% solventvolume ten opzichte van de Soxhlet-extractie (El Jahrrat, 1997). Voor de UAE is of 50 ml aceton of 50 ml toluen nodig, of slechts 40% solventvolume ten opzichte van de Soxhlet-extractie (Soo Yang, 1999). Er kan worden geconcludeerd dat er minder solvent vereist is met de alternatieve technieken en dat het gebruik van dichloormethaan wordt vermeden.

f. Voor de analyse van de melamine wordt een Soxhlet-extractie met 40 ml mierenzuur uitgevoerd. In de literatuur is geen toepasbare methode gevonden die SFE vermeld als geschikt alternatief. Voor de MAE is 20 ml trichloorazijnzuur, of slechts 50% solventvolume ten opzichte van de Soxhlet-extractie nodig (Han, 2009).

Voor de UAE is 100 ml van een oplossing van 100 ml natriumfosfaat met een concentratie van 5 mmol/l vereist (Muñiz-Valencia, 2008). Dit komt neer op meer solventvolume. Er kan worden geconcludeerd dat er minder solvent vereist is met MAE en dat het gebruik van mierenzuur wordt vermeden.

g. Hoeveelheid vermeden extractiemiddel op jaarbasis bij SFE

Tabel 13.5 in bijlage 13 geeft weer wat de hoeveelheid aan vermeden extractiemiddel zou zijn, wanneer de klassieke Soxhlet-extractie zou worden vervangen door SFE.

Parameter:	Extractie met:	Volume extractiemiddel per analyse (ml)	Aantal extracties op jaarbasis (260 werkdagen)	Geschatte hoeveelheid vermeden extractiemiddel (liter/jaar)
Mycotoxines	acetonitril	52	4333	225
	methanol	52	4333	225
Pesticides	aceton	80	1560	125
Combi 3 & 4	dichloormethaan	125	1560	195
Pesticides Combi 1	aceton	96	9100	874
PAK's en PCB's	aceton	80	2600	208
	dichloormethaan	125	2600	325
Dioxines	pentaan	62,5	2600	163
	dichloormethaan	62,5	2600	163
Melamine	mierezuur	40	260	10

**Tabel 9.2: Hoeveelheden vermeden Soxhlet-extractiemiddel bij toepassing van SFE (TLR, 2010)**

Hiervoor werd het gemiddeld aantal analyses berekend op basis van het jaar 2010 (bijlage 9.2 – tabel 9.12). Vervolgens werd berekend hoeveel extractiemiddel zou kunnen worden vermeden wanneer de klassieke Soxhlet-extractie zou worden vervangen door SFE.

#### 9.3.4 In-line waste management: behandeling van chemisch afval

Het in-line behandelen van de gebruikte reagentia en solventen ná de meetstap, is een mogelijke oplossing voor het duurzaam maken van het analyseproces. Het voordeel hiervan is dat het de voorgeschreven extractie- en meetprotocollen niet wijzigt.

Het neutraliseren van chemische hulpstoffen na de meetstap vindt plaats door het toevoegen van een reagens nadat het analyt door de meetcel of detector is gegaan.

Door de reactie die plaatsvindt, worden de chemische stoffen afgebroken of wordt de toxiciteit geneutraliseerd. Het neutraliseren van de toxiciteit kan plaatsvinden door fotochemische, chemische, thermische of microbiologische afbraakprocessen. Andere methoden voor het bewerken van chemische afvalstromen zijn chemische of fysische absorptieprocessen, precipitatie en behandeling met ozon (Armenta, 2008).

## 9.4. Knelpunten voor duurzame ontwikkeling van het chemicaliëngebruik

### 9.4.1. Voorgeschreven analyseprotocollen laten weinig keuzevrijheid

Bij TLR wordt op dit moment alleen met micro-wave assisted extraction (MAE) en met head-space analysis gewerkt, hoewel deze laatste techniek strikt genomen niet als alternatieve extractietechniek kan beschouwd worden (paragraaf 6.4.3). De andere alternatieve technieken, zoals ze vermeld werden in tabel 6.2, worden niet toegepast door het laboratorium.

De voornaamste reden hiervoor is dat de internationale normen (ISO), wet- en regelgeving (Nederlandse of EU regelgeving) of analyseprotocollen, opgesteld door klanten, beroepsverenigingen of productschappen zoals het Productschap Diervoeder (PDV, 2010), GAFTA of FOSFA, dit soort van alternatieven niet toestaan. Bedrijven, die bij TLR analyses laten uitvoeren, verwachten dat deze analyses conform de wettelijke bepalingen worden uitgevoerd. Dat betekent dat de vrijheid van het laboratorium in het kiezen van alternatieven, nogal beperkt is. Klanten zouden immers afwijken van de vigerende wetgeving wanneer alternatieven voor de voorgeschreven methoden zouden worden gebruikt.

In de opgelegde analysevoorschriften wordt de werkwijze van het analyseproces stapsgewijs beschreven. Ook staan de verschillende chemicaliën die hiervoor nodig zijn, erin vermeld.

TLR is er dus aan gehouden om deze werkwijzen strikt te volgen (Tabel 9.3).

Beide aspecten vormen een belangrijke barrière in de duurzame ontwikkeling van het extractieproces.

Parameter:	Meetmethode:	Extractie met:	Gebruikte techniek:	Methode:
Mycotoxines	LC/MSMS	acetonitril/methanol/water	Schudden	TLR methode
Pesticides	GC/MSMS	aceton en dichloormethaan	Schudden en / of soxhlet	EN 12393-2
Pesticides	LC/MSMS	aceton/water	Schudden	EN 12393-2
PAK's en PCB's	LC/GC/MS	aceton en dichloormethaan	Schudden en / of soxhlet	EN 12393-2
Zware metalen	Kwikanalyser/ICP-MS	HNO <sub>3</sub> / HCl / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / HB	Magnetrondestructie	EN 14084
Dioxines	GC/LC/MSMS	pentaan	Soxhlet	EP 1613 / EC 152/2009
Melamine	LC/MSMS	mierezuur	Ultrasoonbad	TLR methode
Vet A	gravimetrie	petroleumether	Soxhlet	EC 152/2009
vrije vetzuren	titratie	ethanol en diethylether	Schudden	ISO 660

**Tabel 9.3: Analyses bij TLR: meet- en extractiemethoden en gebruikte methode**

Tabel 9.3 geeft aan welke methoden er zijn voorgeschreven met betrekking tot het uitvoeren van de extractietechniek. Enkel bij de parameters mycotoxines en melamine wordt een door TLR ontwikkelde methode gebruikt. Hier is flexibiliteit ten opzichte van de extractiemethode mogelijk en is het gebruik van alternatieven niet verhinderd door voorgeschreven wetgeving. Bij de overige analyses zijn de extractietechnieken dwingend voorgeschreven en laten bijgevolg geen ruimte voor het aanwenden van alternatieven, die duurzamer zijn.

### 9.4.2. Apparatuur gericht op analyserend vermogen, niet op eco-efficiëntie

Een tweede knelpunt is te vinden in de ontwikkeling van de analyseapparatuur.

De nadruk blijft liggen op de verdere verhoging van het analyserend vermogen: een nog betere scheiding, analyse en detectie van componenten is voor producenten het belangrijkste doel. Ondanks het feit dat bovengenoemde prestatiekenmerken ook gevolgen kunnen hebben voor het volume aan gebruikte chemicaliën, blijven de ecologische prestaties daarbij onderbelicht en van secundair belang.

Het duurzaamheidsknelpunt wordt hier gevormd door het aanbod van apparatuur op de markt, dat niet ontworpen is vanuit de invalshoek van eco-efficiëntie. Overleg van aankoopverantwoordelijken van laboratoria met de sector van analytische apparatuur kan dit onderwerp op de agenda zetten.

#### 9.4.3. Moeilijke integratie van extractiealternatieven met bestaande systemen.

Een ander knelpunt ligt in de integratie van alternatieven voor extractiemethoden met bestaande analytische apparatuur.

Wanneer TLR ervoor zou kiezen om een alternatieve extractiemethode te hanteren, dan moet deze methode aansluiten bij de bestaande analyseapparatuur. Zo wordt bijvoorbeeld voor de analyse van mycotoxines een in-line opzuiveringsstap gebruikt. Wanneer voor alternatieve extractiemethoden zou worden gekozen, moet onderzocht worden hoe deze kunnen aansluiten op de bestaande analysemethode.

### 9.5 Voorlopige conclusies en aanbevelingen

#### 9.5.1. Voorlopige conclusies

a. Uit de literatuur blijkt duidelijk dat er geschikte alternatieve extractiemethoden om de huidige onduurzame Soxhlet-extractie te vervangen. Dit zou duidelijk resulteren in een significant lager chemicaliëngebruik, met name in het gebruik van toxische organische solventen (paragraaf 9.3.3 en tabel 9.2).

b. De voornaamste knelpunten bij duurzame ontwikkeling van het chemicaliëngebruik zijn de voorgeschreven analyseprotocollen, waarin bepaalde methoden en apparaattypen dwingend zijn voorgeschreven, het gebrek aan verhoogde eco-efficiëntie bij de producenten van laboratoriumapparatuur, de moeilijke integratie van extractiealternatieven in bestaande methoden en de mogelijk problemen met de terugvindbaarheid van de te analyseren verbindingen die voorkomen wanneer alternatieve technieken worden angewend.

c. Met name de voorgeschreven analysemethoden beperken de keuzevrijheid van het laboratorium om alternatieve technieken te gebruiken. Dat beperkt de mogelijkheden om te komen tot duurzame ontwikkeling van het chemicaliëngebruik bij TLR (paragraaf 9.4.1).

d. Uitsluitend de analyses van mycotoxines en melamine komen op dit ogenblik in aanmerking voor de in de literatuur genoemde alternatieve extractietechnieken.

Daarvoor ontwikkelde TLR een eigen methode. Dat zou betekenen dat SFE, MAE en UAE zouden kunnen worden toegepast voor het analyseren van monsters op mycotoxines en melamine. De overige technieken worden immers dwingend voorgeschreven in wet- en regelgeving.

## Hoofdstuk 10. Resultaten van de enquête

### 10.1. Inleiding

De centrale onderzoeksvraag van deze afstudeeropdracht luidt:

*Op welke wijze kan een milieumanagementsysteem een rol spelen bij het meer duurzaam maken van de bedrijfsprocessen in een chemisch laboratorium ten aanzien van energiegebruik en chemisch afval?*

Om deze vraag zo volledig mogelijk te kunnen beantwoorden, is de hoofdvraag opgedeeld in deelvragen. De beantwoording van deze deelvragen zijn terug te vinden in de hoofdstukken 4 tot en met 7. Hoofdstukken 8 en 9 bespreken de praktijkcasus bij TLR International Laboratories. Hieruit zijn knelpunten en oplossingen naar voren gekomen ten aanzien van de duurzaamheidsaspecten in het chemisch laboratorium, die in enquêtevorm zijn aangeboden aan een aantal experts. De experts worden gevraagd om hierop hun mening te geven en om eventueel hun mening toe te lichten. In dit hoofdstuk worden de resultaten van de enquête gepresenteerd. In hoofdstuk 11 worden de resultaten bediscussieerd.

### 10.2. Opzet van de enquête

De 30 experts zijn geselecteerd op basis van twee expertisecategorieën: enerzijds is contact gezocht met experts uit academische middelen, die kennis hebben van duurzaamheid als onderzoeksthema. Het zijn medewerkers van universitaire faculteiten die duurzaamheid als vakgebied hebben. Anderzijds zijn laboratorium managers van zowel universiteiten als commerciële laboratoria aangeschreven, die omwille van hun functie kennis hebben van de toepassing van technische maatregelen rond duurzaamheid in de laboratoriumpraktijk.

Bij het zoeken naar geschikte experts via het internet bleek al snel dat diverse universiteiten uit de Verenigde Staten verregaande inspanningen doen om hun laboratoriumactiviteiten zo duurzaam mogelijk te laten plaatsvinden. Om die reden zijn dan ook verschillende Amerikaanse experts gecontacteerd om de enquête in te vullen en is daarom een Engelstalige versie opgesteld. Een tweede bron van experts is aangezocht bij bedrijven in Nederland, die zich situeren in de duurzaamheidsector. Vanzelfsprekend zijn ook een aantal Nederlandse laboratoria, waaronder ook TLR, aangeschreven.

De experts zijn door middel van een inleidende e-mail gevraagd of ze wilden deelnemen aan de enquête (Bijlage 14). In de e-mail is een URL gevoegd naar de website waarop de enquête kon worden geraadpleegd en ingevuld. De enquête is tussen op 15 en 19 juli 2010 verstuurd naar 30 experts, te weten 12 Nederlandstalige en 18 Engelstalige. De experts is gevraagd ten laatste einde juli te antwoorden. Omdat een aantal experts tegen einde juli geen gehoor hadden gegeven aan de oproep, is hen opnieuw per e-mail gevraagd op 10 augustus. Op 1 september is de enquête definitief afgesloten. Tabel 10.1 geeft de respons weer.

Expertcategorieën	Aantal aangeschrevenen	Aantal respondenten	% Respons:
Laboratorium management (LM):	13	8	62
Duurzaamheidexperts (DE):	17	5	29
<b>Totaal:</b>	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>43</b>

Tabel 10.1 Overzicht van de verstuurde enquêtes en de respons

Van de acht laboratoriummanagers zijn er zes respondenten afkomstig uit de Verenigde Staten en twee uit Nederland (waarvan één werkt bij TLR). Twee van hen werken bij een universiteitslaboratorium en de overige zes bij een commercieel laboratorium. Van de vijf duurzaamheidexperts zijn er vier respondenten uit de Verenigde Staten en één uit België. Ze werken allen als onderzoeker aan universiteiten. In totaal komen tien van de dertien respondenten uit de Verenigde Staten (Bijlage 16 en Discussie §11.2.a).

De enquête bestaat uit 5 hoofdthema's waaronder 52 stellingen zijn ondergebracht:

A. Algemene knelpunten in het verduurzamen van het energiegebruik van een chemisch laboratorium; B. Algemene knelpunten in het verduurzamen van het chemicaliëngebruik in een chemisch laboratorium; C. Maatregelen om het energiegebruik in een chemisch laboratorium te verduurzamen; D. Maatregelen om het chemicaliëngebruik in een chemische laboratorium te verduurzamen en E. De rol van een milieumanagementsysteem in het verduurzamen van een chemisch laboratorium.

De experts kunnen hun mening over de stellingen met een vijfpuntsschaal aangeven: Helemaal eens, deels eens, neutraal, deels oneens, helemaal oneens. Omdat experts onmogelijk alle kennis op hun vakgebied kunnen hebben, is in de enquête de mogelijkheid geboden om de optie 'onvoldoende expertise' aan te vinken.

Naast de gesloten stellingen, waarop enkel een mening dient te worden gegeven, hadden de experts ook de mogelijkheid om een aanvullende toelichting bij hun keuze te maken.

De antwoorden op de enquête, alsook de verwerking ervan in tabellen en grafieken, zijn in hun volledigheid opgenomen in bijlage 15.

De onderzoekenquête is niet bedoeld als een statistisch significante steekproef; daarvoor is het aantal respondenten te beperkt. De resultaten moeten als richtinggevend worden beschouwd (zie Discussie §11.2.b).

### **10.3. Resultaten van de enquête**

#### **A. Algemene knelpunten in het verduurzamen van het energiegebruik van een chemisch laboratorium**

In het eerste deel van de enquête wordt de mening gevraagd over 9 stellingen, die te maken hebben met het meer duurzaam maken van het energieverbruik in laboratoria.

De respondenten bevestigen de stelling dat chemische laboratoria doorgaans een hoger energieverbruik hebben dan kantoorgebouwen. Ook zijn ze het erover eens dat producenten van analyseapparatuur voornamelijk focussen op het analyserend vermogen van hun product en niet op de energie-efficiëntie (zie Discussie §11.2.c).

De meningen van de experts over stellingen 3 tot en met 9 zijn te verdeeld om een éénduidige conclusie te trekken. De stellingen over het ontbreken van een energiezuinige modus op apparatuur, het uitschakelen van analyseapparatuur om energie te besparen en de belemmeringen door wet-en regelgeving worden noch bevestigd, noch verworpen.

Ook de stellingen rond eigen elektriciteitsopwekking, al dan niet gesubsidieerd door de overheid en de beperkingen van de ARBO-wetgeving worden noch bevestigd noch verworpen (zie Discussie §11.2.f).

#### **B: Algemene knelpunten in het verduurzamen van het chemicaliëngebruik in een chemisch laboratorium** (zie Discussie §11.2.c)

In het tweede deel van de enquête wordt de mening gevraagd over 5 stellingen, die te maken hebben met het meer duurzaam maken van het chemicaliëngebruik in laboratoria.



De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben over deze 5 stellingen tegenovergestelde meningen. De stellingen worden noch bevestigd, noch verworpen.

### **C. Maatregelen om het energiegebruik in een chemisch laboratorium te verduurzamen.**

In het derde deel van de enquête wordt de mening gevraagd over stellingen, die te maken hebben met maatregelen om het energiegebruik in het laboratorium te verduurzamen. Dit derde deel bestaat uit twee onderdelen: eerst worden aan de hand van 10 stellingen technische maatregelen aan de experts voorgelegd (C1) en vervolgens wordt de mening van de experts aan de hand van 5 stellingen gevraagd over managementmaatregelen (C2).

#### **C1. Technische maatregelen om energie te besparen in een chemisch laboratorium**

(zie Discussie §11.2.e en 11.2.i)

De respondenten bevestigen de stelling dat het grondig isoleren van wanden, muren, plafonds en buizen aanzienlijke warmteverliezen kan beperken en zo significant kan bijdragen aan het verminderen van het energieverbruik. Ook de toepassing van VAV (variable air volume) ventilatie, waardoor het energieverbruik, noodzakelijk voor ventilatiedoeleinden, wordt verminderd, wordt door de experts bevestigd.

Het toepassen van 'Long-Life' verlichting (bvb. LED) met bewegingssensoren wordt door de experts eveneens als een geschikte technische maatregel beschouwd.

Over het hergebruik van ventilatielucht, de installatie van een warmtepomp als alternatief voor de conventionele centrale verwarmingsketel of het toepassen van een luchtgekoelde koelinstallatie met zomernachtventilatie, hebben de laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken.

Op de vraag of de experts zonnepanelen en windturbines een geschikte technische maatregel vinden in het verminderen van het energieverbruik zijn de meningen eveneens verdeeld.

De experts geven aanvullend nog drie technische maatregelen aan die ze geschikt achten om het energiegebruik in laboratoria terug te dringen:

- Uitvoeren van energieaudits kan helpen om het verbruik in kaart te brengen.
- Biomassa (bvb. houtpellets) kunnen worden aangewend om de centrale verwarming te stoken (in een 'combined heat and power' plant).
- Een derde suggestie is om timers te gebruiken om de apparatuur aan te zetten.

#### **C2. Management maatregelen om energie te besparen in een chemisch laboratorium**

(zie Discussie §11.2.h)

De respondenten zijn het eens over 3 van de 4 stellingen:

Ze bevestigen dat de kosten voor het vervangen van oudere apparatuur door nieuwe, energie-efficiënte toestellen (bijvoorbeeld koelkasten) niet opwegen tegen de besparingen die optreden door het dalen van de elektriciteitsbehoefte.

Ook vinden ze het opzetten en implementeren van een milieumanagementsysteem (MMS) is een geschikt middel voor efficiënte en rendabele energiebeheersing in het laboratorium.

Het uitvoeren van energie-audits in het laboratorium vinden de experts eveneens geschikt om opties voor energievermindering te detecteren en om te zetten naar concrete, energiebesparende maatregelen.

Enkel de stelling dat het inventariseren van het energieverbruik en het opzetten van een energieboekhouding efficiënte maatregelen zijn om het energieverbruik binnen een laboratorium te beheersen en te verminderen, wordt niet duidelijk bevestigd. De meningen zijn hierover te verdeeld. Het uitvoeren van energie-audits wordt door 6 van de 13 respondenten als het meest effectief beschouwd.

Het vervangen van oude apparatuur vinden 3 van de 13 respondenten het meest effectief. Het invoeren van een milieumanagementsysteem vindt 2 van de 13 van de respondenten weerklink. Slechts één respondent vindt de inventarisatie van het energieverbruik het meest effectief. Eén respondent gaf geen antwoord op deze vraag.

Op deze vraag welke andere management maatregelen de experts geschikt achten om het energiegebruik te doen dalen, werd één antwoord ontvangen: Een laboratoriummanager zegt dat energie-audits te verkiezen zijn en geeft eveneens aan dat 'real time' energieverbruik meten ook effectief kan werken om datzelfde verbruik te monitoren en zo beter te gaan beheersen.

#### **D. Maatregelen om het chemicaliëngebruik in een chemische laboratorium te verduurzamen** (zie Discussie §11.2.c)

In het vierde deel van de enquête wordt de mening gevraagd over stellingen, die te maken hebben met maatregelen om het chemicaliëngebruik in het laboratorium te verduurzamen. Dit vierde deel bestaat uit drie onderdelen: eerst worden de vier stappen, waaruit een analyseproces bestaat, aan de experts voorgelegd en gevraagd welke stap het meest effectief is om het chemicaliëngebruik terug te dringen (D1). Vervolgens wordt de mening van de experts gevraagd over technieken, die de als alternatief kunnen dienen voor de klassieke solventextractiemethoden en zo het chemicaliëngebruik kunnen terugdringen (D2). Tenslotte worden alternatieven om het chemicaliëngebruik tijdens de kwantificeringsstap van het analyseproces terug te dringen, aan de experts voorgelegd.

##### **D1. Vier stappen in het analyseproces waarin mogelijk chemicaliëngebruik kan worden teruggedrongen.**

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben over deze 4 stellingen tegenovergestelde meningen. Hierdoor is het niet mogelijk om duidelijk vast te stellen of de bemonsteringsfase, de monstervoorbereidingsfase, de extractiefase of de kwantificeringsfase meest geschikt is om het chemicaliëngebruik terug te dringen. De stellingen worden noch bevestigd, noch verworpen.

##### **D2. Alternatieve technieken voor chemicaliën tijdens de extractiestap van het analyseproces: welke van de onderstaande technieken zijn een geschikt alternatief tijdens de extractiestap?**

De volgende alternatieven voor klassieke extractietechnieken werden aan de experts voorgesteld: Microwave-assisted extraction (MAE), Ultrasound assisted extraction (UAE), Supercritical fluid extraction (SFE), Pressurized fluid extraction (PFE), Solid phase extraction (SPE), Liquid phase microextraction (LPME), Single-drop microextraction (SDME), Cloud point extraction (CPE) en Head space analysis.

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben over deze alternatieve technieken tegenovergestelde meningen. De technieken SFE en MAE zijn bij de laboratoriummanagers nog het meest gekend. Alle duurzaamheidexperts geven aan dat ze voor het beoordelen van de geschiktheid van MAE, UAE, PFE, SPE en LPME niet over de vereiste expertise beschikken.

### **D3. Onderstaande maatregelen zijn geschikte alternatieven om het chemicaliëngebruik tijdens de kwantificeringsstap van het analyseproces terug te dringen**

De experts zijn het erover eens dat het verhogen van de selectiviteit van de analysemethode geschikt is om het chemicaliëngebruik gedurende de kwantificeringsstap terug te dringen. Over het toepassen van ‘miniaturized analytical systems’, het combineren van monstervoorbereiding én analytextractie, derivatisering van de analytmolecule voor kwantificering en ‘in-line waste management’ hebben laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts tegenovergestelde meningen, waardoor deze stellingen noch bevestigd, noch verworpen worden.

### **E. De rol van een milieumanagementsysteem (MMS) in het verduurzamen van een chemisch laboratorium** (zie Discussie §11.2.g)

In het vijfde en laatste deel van de enquête werden 5 stellingen over de rol van een MMS in het verduurzamen van een chemisch laboratorium, aan de experts voorgelegd.

Er is verdeeldheid over de stemming of het opzetten en implementeren van een milieumanagementsysteem (MMS) een goede aanzet is tot het meetbaar maken van duurzaamheid binnen een chemisch laboratorium.

Dezelfde verdeeldheid in mening is er over de stelling die zegt dat wetgeving bepalend voor het duurzamer maken van bedrijfsprocessen in het chemische lab en niet een MMS

De stelling dat een MMS voornamelijk een administratieve rol heeft en een laboratorium dat een MMS heeft ingevoerd, nog steeds onduurzaam kan zijn, wordt noch bevestigd, noch verworpen.

Over de stelling of een MMS pas zin heeft als het gekoppeld is aan een kwaliteits- en ARBO-systeem (KAM-systeem), bestaat evenmin duidelijkheid. Ook hier hebben laboratoriummanagers en duurzaamheidexperts tegenovergestelde meningen, hetgeen eveneens geldt voor de laatste stellingen. Of een MMS pas zin heeft wanneer het periodiek door een certificerende instantie wordt ge-audit, zijn de meningen te verdeeld om duidelijke conclusies te trekken.



## Hoofdstuk 11. Discussie

### 11.1. Inleiding

In hoofdstuk 10 zijn de resultaten van de enquête aan de experts gepresenteerd. Dit hoofdstuk heeft als doel om deze resultaten te bediscussiëren en deze vervolgens in hoofdstuk 12 in verband te brengen met de voorlopige conclusies uit de hoofdstukken 4 t.e.m. 9 en met de hoofdvraag van dit onderzoek.

### 11.2. Discussie

a. In de enquête hebben 13 van de in totaal 30 gecontacteerde experts hun mening gegeven over 52 stellingen rond het verduurzamen van de activiteiten van een chemisch laboratorium. De aangeschrevenen waren academische duurzaamheidexperts, tewerkgesteld als universitair onderzoeker op het gebied van duurzaamheid en managers van zowel commerciële als universiteitslaboratoria uit de Verenigde Staten en Nederland. De respons van zowel duurzaamheidexperts als laboratoriummanagers uit Nederland was zeer summier, zelfs na herhaaldelijke verzoeken om de enquête te willen invullen. Omwille van het lage aantal respondenten is deze steekproef statistisch niet significant en zijn de resultaten van de enquête uitsluitend richtinggevend.

b. Na het selecteren van de experts op basis van informatie op de websites van hun faculteit of laboratorium, werd een e-mail gestuurd waarin het onderzoek kort werd beschreven. Ook werd de vraag gesteld of de aangeschrevenen, indien ze niet over de vereiste expertise beschikten, de enquête wilden doorsturen aan collega's. Van de respondenten kon daarom verwacht worden dat ze over voldoende expertise zouden beschikken. De tegenstellingen in antwoorden tussen beide groepen experts suggereren toch een bepaalde mate van onbekendheid met laboratoriumgerichte maatregelen onder de duurzaamheidexperts. Bij de stellingen die technische maatregelen behandelen om het chemicaliëngebruik terug te dringen, zijn er tegengestelde meningen tussen duurzaamheidexperts en laboratoriummanagers. Daaruit kan worden afgeleid dat de laboratoriummanagers meer vertrouwd zijn met technische maatregelen, die direct gerelateerd zijn aan het duurzamer maken van chemicaliëngebruik tijdens het analyseproces. Bij de respons van de duurzaamheidexperts wordt duidelijk dat deze meer ervaring hebben met managementmaatregelen om duurzaamheid te introduceren in een laboratorium. Ook zijn de duurzaamheidexperts meer vertrouwd met maatregelen die een duurzaam energiegebruik kunnen introduceren.

c. Een knelpunt om meer duurzame, alternatieve apparatuur te gebruiken bij TLR is de wetgeving, die bepaalde technieken dwingend voorschrijft. Voornamelijk Europese regelgeving met betrekking tot voedselveiligheid is hierbij leidend. De meningen van de experts zijn te verdeeld om dit te bevestigen: vier van de vijf duurzaamheidexperts zijn het er niet mee eens, terwijl zes van acht laboratoriummanagers het wel eens zijn (stelling 5). Ook bij stelling 12, die poneert dat de in de wet- en regelgeving voorgeschreven analysemethoden geen ruimte laten voor het aanwenden van milieuvriendelijkere chemicaliën, kan dezelfde tweedeling tussen beide expertgroepen worden opgemerkt: vier laboratoriummanagers zijn het deels eens maar drie duurzaamheidexperts zijn het (helemaal en deels) oneens.

De verdeeldheid kan verklaard worden door de afkomst van de experts: het zijn voornamelijk Amerikaanse respondenten, waardoor de vertrouwdheid met Europese wet- en regelgeving beperkt zal zijn.

De literatuur vermeldt alternatieve methoden die de hoeveelheid solventen tijdens de extractiefase kunnen terugdringen (stellingen 34 tot en met 42). De bekendheid van de experts met deze alternatieven blijkt erg beperkt: MAE en SFE krijgen nog de meeste bevestigende antwoorden: respectievelijk 2 en 3 respondenten zijn het er mee eens. Toch valt de onbekendheid met deze technieken sterk op, ook bij de laboratoriummanagers.

d. De stelling of de wetgeving enerzijds, of een milieumanagementsysteem anderzijds, leidend is in het verduurzamen van de activiteiten van een laboratorium (stelling 49) werd niet bevestigd door de experts. Dit kon op basis van de conclusies uit het casusonderzoek bij TLR wel verwacht worden. Voor TLR waren de eisen, zoals gesteld in de vergunningverlening, immers een belangrijk aanknopingspunt om duurzamer om te gaan met energieverbruik en chemicaliën en dat terwijl het laboratorium nog geen milieumanagementsysteem heeft ingevoerd. Zoals in paragraaf c. kan ook in dit geval de herkomst van de experts, en dus onbekendheid met Europese wetgeving, een verklaring zijn.

e. Op de vraag of ARBO-wetgeving een belemmering vormt in het terugdringen van het aantal ventilatiebeurten van omgevingslucht in het laboratorium, waren de meningen verdeeld (stelling 8): vijf laboratoriummanagers zijn het er helemaal of deels mee eens, terwijl drie duurzaamheidexperts het oneens zijn. Uit de literatuur blijkt dat het terugdringen van de ventilatiebeurten een belangrijk instrument is in het terugdringen van het energieverbruik van een laboratorium. Er moet dan wel voldoende worden aangetoond dat de in de wetgeving opgelegde veiligheidsnormen gehaald worden. Dit vereist bijkomende investeringen in een monitoringsysteem dat de luchtsamenstelling analyseert op samenstelling en het voorkomen van mogelijk schadelijke verbindingen.

f. Op de vraag of laboratoria volledig aan hun eigen (hoge) elektriciteitsbehoefte kunnen voldoen met zonne- of windenergie, wordt niet bevestigend geantwoord (stellingen 6 en 7). Een laboratoriummanager licht toe dat het niet noodzakelijk economisch rendabel hoeft te zijn om een deel van de elektriciteit met zonnepanelen op te wekken en zegt dat het ook kan vanuit een maatschappelijke betrokkenheid.

Deze toelichting is sterk 'planet'-gericht. Vanuit het casusonderzoek bij TLR blijkt dat een dergelijke grote investering zoals het plaatsen van bijvoorbeeld fotovoltaïsche cellen in het beste geval pas na 12 jaar kan worden terugverdiend. Dit is een veel langere terugverdientijd dan de 5 jaar die bij veel bedrijven als economisch acceptabel wordt beschouwd. Het is voor een bedrijf interessant om een dergelijke investering deels te kunnen laten subsidiëren. Het subsidiëringbudget van de overheid is echter beperkt. Toch wordt deze conclusie in de enquête niet gedeeld door de experts: ze vinden het plaatsen van zonnepanelen en windturbines ten behoeve van eigen elektriciteitsopwekking een geschikt alternatief om te verduurzamen (stellingen 22 en 23) en daarbij is een mogelijke subsidiering niet van belang.

g. Het opzetten en implementeren van een milieumanagementsysteem (MMS) is een goede aanzet tot het meetbaar maken van duurzaamheid binnen een chemisch laboratorium (stelling 48). Toch vinden de respondenten dat wanneer een MMS is ingevoerd, het laboratorium alsnog onduurzame activiteiten kan uitvoeren (stelling 50).

Dit bevestigt de algemene kritiek die soms wordt gegeven op kwaliteitsmanagementsystemen: een organisatie kan een op papier kloppend systeem hebben, terwijl het in de praktijk niet (voldoende) opgevolgd wordt.

Anderzijds blijkt uit de TLR-casus dat ook zonder MMS een laboratorium duurzamer kan gaan werken, in dit geval door het voldoen aan de eisen in de wetgeving. Een MMS hoeft niet noodzakelijk gekoppeld te zijn met een kwaliteits- of ARBO-systeem, hoewel de experts wel aangeven dat het van aanvullend nut kan zijn (stelling 51). Evenmin wordt het noodzakelijk geacht om een MMS te laten certificeren volgens de ISO 14001 standaard. Toch is certificering voor bedrijven een handig instrument om alle betrokken stakeholders te laten zien dat duurzaamheid deel uitmaakt van de bedrijfsmissie. (stelling 52).

h. In de enquête worden een aantal van de getroffen technische maatregelen bij TLR getoetst bij de experts (stelling 16 en stelling 20). Het terugwinnen van ventilatielucht uit de laboratoriumruimte voor het verwarmen van kantoorruimten werd problematisch gevonden vanwege de gezondheidsrisico's van chemische residuen. Het gebruik van warmtepompen werd niet geschikt gevonden om energie te besparen in het laboratorium. Voor wat betreft de managementmaatregelen vond de helft van de respondenten het uitvoeren van energie-audits het meest geschikt. Dit illustreert het belang van interne audits als instrument om een organisatie door te lichten. Het vervangen van oude apparatuur, het invoeren van een milieumanagementsysteem en het inventariseren van het energieverbruik werd minder passend gevonden (stellingen 25 t.e.m. 29). Hierbij spelen de doorgaans hoge kosten voor aanschaf van laboratoriummateriaal ongetwijfeld een rol en speelt een sterke economische motief.

i. Uit de resultaten van de enquête valt op dat in vele gevallen de verdeeldheid onder de experts te groot is om éénduidige conclusies te trekken. Bij stellingen 1, 2, 17, 18 en 19 was er wel een duidelijke consensus: meer dan 10 van de 13 respondenten waren het (helemaal of deels) eens met die stellingen en niemand was het er mee oneens. Hierdoor wordt bevestigd dat chemische laboratoria een hoger energieverbruik hebben dan kantoorgebouwen (stelling 1), hetgeen ook uit de literatuur duidelijk werd. Ook focussen producenten van analyseapparatuur voornamelijk op het analyserend vermogen van hun product en niet op de energie-efficiëntie (stelling 2). De vraag naar “groene” analyseapparatuur is blijkbaar niet groot genoeg om producenten ertoe aan te zetten om hun onderzoek en ontwikkeling meer te richten naar duurzamer energieverbruik. De laboratoriumsector kan hierin een voortrekkersrol spelen door dit één van de basisvoorwaarden te laten worden bij aanschaf van nieuwe apparaten. Zo kan het invoeren van een energielabel voor laboratoriumapparatuur een uitdaging zijn voor de sector. Het grondig isoleren van wanden, muren, plafonds en buizen beperkt aanzienlijke warmteverliezen en draagt significant bij aan het verminderen van het energieverbruik (stelling 17).

Door het toepassen van VAV (variable air volume) ventilatie, waarbij het laboratorium fysiek in verschillende compartimenten wordt opgedeeld, wordt het energieverbruik, noodzakelijk voor ventilatiedoeleinden, verminderd (stelling 18). Het toepassen van Long-Life verlichting (bvb. LED) dat wordt bediend door middel van bewegingssensoren, levert een belangrijke bijdrage aan het verminderen van het energieverbruik (stelling 19).





## Hoofdstuk 12. Conclusies

In dit afstudeeronderzoek werd onderstaande hoofdvraag centraal gesteld:

“Op welke wijze kan een milieumanagementsysteem een rol spelen bij het meer duurzaam maken van de bedrijfsprocessen in een chemisch laboratorium ten aanzien van energiegebruik en chemisch afval?”

12.1. De conclusie op de hoofdvraag luidt als volgt:

Omdat de hoofdactiviteiten van duurzaam ondernemen goed aansluiten op de acht hoofdelementen van een milieumanagementsysteem (MMS), is het een geschikt instrument om duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium te concretiseren.

De wijze waarop dit gebeurt, is driedelig:

- a. een MMS is een instrument om de milieudoelstellingen, die een chemisch laboratorium zich stelt, te verwezenlijken. Dit gebeurt door het vastleggen van milieuplannen en het uitvoeren van interne audits en controles. Dit is de administratieve functie van het MMS.
- b. wanneer het MMS geïmplementeerd wordt in de bedrijfsvoering, wordt het een instrument waarmee een laboratorium zijn milieuprestaties kan verbeteren. Dit is de managementfunctie van het MMS en is vergelijkbaar met de functie die een kwaliteitssysteem heeft bij het continu verbeteren van het geleverde product. Aan de hand van de gegevens uit metingen, controles en interne audits, worden vervolgacties gedefinieerd waardoor het laboratorium in staat is om de eigen milieuprestaties te verbeteren.
- c. een MMS speelt een faciliterende rol bij het voldoen aan wet-en regelgeving en het verkrijgen van de voor een chemisch laboratorium noodzakelijke milieuvergunningen.

12.2. Er werd eveneens onderzocht wat de mogelijkheden zijn om energie- en chemicaliëngebruik in het chemisch laboratorium te reduceren.

De conclusies luiden als volgt:

- a. Energie en chemische stoffen vormen duidelijk de voornaamste aangrijpingspunten in het verduurzamen van de activiteiten van een laboratorium.  
Het reduceren van energiegebruik kan door het opwekken van eigen elektriciteit, het terugwinnen van restwarmte van apparatuur of door de gangbare ‘good housekeeping’ zoals het uitschakelen van verlichting. De algemeen aanvaarde stelling dat laboratoria energievreters zijn, wordt bevestigd in het onderzoek.
- b. Het hoge energieverbruik van een chemisch laboratorium is sterk gerelateerd aan de ventilatiesystemen.  
De energie-intensieve, maar omwille van gezondheidsredenen noodzakelijke, ventilatiesystemen zijn de belangrijkste factor in het hoge energiegebruik. Bijgevolg is er weinig manoeuvreerruimte om het energieverbruik op dit vlak te reduceren.

c. Producenten van analyseapparatuur richten hun onderzoek en ontwikkeling nog voornamelijk op het verhogen van het analytisch vermogen van apparatuur, maar niet op energiereductie.

Energiereductie is nog geen issue, omdat de producten de vraag vanuit de laboratoriummarkt volgen. Die wil voornamelijk snellere en nauwkeurige analysetechnieken. Daarom is er nauwelijks aandacht voor het verduurzamen van de apparatuur ten aanzien van het energieverbruik.

d. Wet- en regelgeving hebben een dwingende én remmende rol in het verduurzamen van de activiteiten van chemische laboratoria.

Enerzijds dwingt de vigerende milieuwet- en regelgeving laboratoria tot het nemen van technische en managementmaatregelen om de impact van hun chemicaliëngebruik te beperken. Die doelstelling wordt voornamelijk nagestreefd door laboratoria strenge lozingseisen op te leggen, waardoor ze worden gestimuleerd om zuiniger om te gaan met het gebruik van chemicaliën. Het ophalen van chemisch afval kost immers geld. Ook worden in de milieuvergunning eisen gesteld om te onderzoeken hoe er energie kan worden bespaard. Anderzijds schrijft de wetgeving dwingend bepaalde chemicaliën, methoden en apparatuur voor, waardoor er geen ruimte overblijft voor laboratoria om groenere alternatieven aan te wenden. Op deze wijze speelt de wetgever een remmende rol bij het verduurzamen van laboratoria.

e. Alternatieve extractietechnieken in het analyseproces kunnen leiden tot een lager chemicaliëngebruik.

Er is een uitgebreid gamma aan alternatieve technieken beschikbaar, die significant minder chemicaliën verbruiken. Deze technieken worden in de praktijk bij TLR slechts sporadisch toegepast. Voornamelijk in de extractiefase van het analyseproces is ruimte voor alternatieve technieken zoals SFE en MAE, die een reductie van het chemicaliëngebruik kunnen bewerkstelligen. Het uitvoeren van voldoende onderbouwd validatieonderzoek kan een uitkomst bieden om het invoeren van deze alternatieve technieken te verantwoorden bij zowel overheid als accreditatie-instelling (zie tevens Hoofdstuk 13, §13.3)

## Hoofdstuk 13. Aanbevelingen

13.1. Laboratoria moeten de duurzame ontwikkeling van analyseapparatuur zelf stimuleren door het creëren van een vraag naar energie-efficiënte apparatuur.

Ze moeten hierin vragende partij worden zodat energiereductie deel gaat uitmaken van het onderzoek en ontwikkeling bij de producenten. Daar zit een belangrijk uitdaging voor de laboratoriumsector, en tegelijk een marktkans voor de producenten van laboratoriumapparatuur. Het is dan ook aan de laboratoria om dit thema bespreekbaar te maken.

13.2. Optimalisatie van het ontwerp van laboratoria, waarbij simultaan aandacht is voor zowel analyseactiviteiten als energiebesparende maatregelen, is aanbevolen.

Design en inrichting van laboratoria moet niet enkel gericht zijn op het efficiënt onderbrengen van de analyseactiviteiten, maar ook op energie-efficiënte. Uit het onderzoek blijkt dat laboratoria vaak erg traditioneel worden ontworpen en ingericht. Hierbij ligt de klemtoon sterk op het kunnen onderbrengen van de benodigde analysefaciliteiten. Pas daarna wordt gekeken naar de mogelijkheden om bijvoorbeeld de ventilatiesystemen aan te brengen. Ook bij de verhuizing van TLR naar het nieuwe pand aan de Bankwerkerstraat werd in eerste instantie gekeken naar het zo functioneel mogelijk inrichten van de analyseruimten. Dit had toen voornamelijk te maken met de ‘Profit’ georiënteerde bedrijfsstrategie: het laboratorium, dat te krap behuist was, moest zo efficiënt mogelijk worden ingericht om tegemoet te komen aan de sterke groei.

Naast het energie-efficiënt inrichten van het gebouw, moet ook gedacht worden aan het koppelen van apparatuur: apparaten met een warmtevraag worden gekoppeld aan toestellen die warmte vrijgeven. Ook het inkorten van droog- of verhittingstijden zou onderzocht kunnen worden. Ook kan het verminderen van het aantal ventilatievouden op momenten dat er geen personeel aanwezig is (bijvoorbeeld 's nachts of op zondagen), een energiebesparing betekenen. Verder onderzoek zou kunnen uitmaken of dit concreet mogelijk is.

13.3. Validatieonderzoek kan de haalbaarheid van alternatieve extractiemethoden onder de aandacht van de wetgever brengen.

Een knelpunt in het toepassen van alternatieve extractiemethoden werd gevormd door de wetgeving, die bepaalde analysetechnieken dwingend voorschrijft. Laboratoria zouden middels voldoende onderbouwd validatieonderzoek de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de alternatieve methoden kunnen aantonen en vergelijken met de voorgeschreven methoden.

Op die manier zouden zowel de wetgever, als de accreditatie-instelling, overtuigd kunnen worden van de geschiktheid van alternatieve technieken.



## Hoofdstuk 14. Literatuur

- Agentschap.NL (2010a). *Windenergie 2010. Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie*. Bezocht 7 december 2010 op <http://regelingen.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Folder%20wind%20op%20land%202010%20SDE.pdf>
- Agentschap.NL (2010b). *Milieumaatregelen. Good Housekeeping*. Bezocht 7 december 2010 op [http://www.infomil.nl/organisatie/milieumaatregelen/maatregelen-per/maatregelen/afvalbeheer/@92567/good\\_housekeeping\\_4/](http://www.infomil.nl/organisatie/milieumaatregelen/maatregelen-per/maatregelen/afvalbeheer/@92567/good_housekeeping_4/)
- Armenta, S. (2008). *Green trends strategies for the decontamination of analytical wastes*. In TrAC Trends in Analytical Chemistry, volume 29, issue 7, pagina 592-601. Elsevier: Amsterdam
- ATSDR (1994). *Toxic Substances Portal – Acetone*. Bezocht op 17 december 2010 op <http://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=1>
- ATSDR (1999). *Public Health Statement - Mercury*. Bezocht op 14 februari 2011 op <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp46-c1-b.pdf>
- ATSDR (2001). *Toxic Substances Portal – Dichlorometane*. Bezocht op 17 december 2010 op <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts14.pdf>
- ATSDR (2007a). *Toxicological profile for lead*. Bezocht op 14 februari 2011 op <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf>
- ATSDR (2007b). *Toxicological profile for arsenic*. Bezocht op 14 februari 2011 op <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp2.pdf>
- ATSDR (2008). *Draft toxicological profile for cadmium*. Bezocht op 14 februari 2011 op <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp5.pdf>
- Bernardo, M., Casadesus, M., Karapetrovic, S. en Heras, I. (2008). *How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study*. Journal of Cleaner Production, 1-9. Elsevier
- Biotage (2010). *Introduction to Solid Phase Extraction (SPE) for Reaction Work-up*. Bezocht 17 december 2010 op <http://www.biotage.com/DynPage.aspx?id=35833>
- Blok, C. (2007). *Introduction to energy Analysis*. Chapter 2. What is energy use? Amsterdam: Techne Press.
- Boonstra, C., Clocquet, R. en Joosten, L. (2007). *Passiehuizen in Nederland*. Boxtel: Æneas, Uitgeverij van Vakinformatie BV
- Clean Air Techniek B.V. (2010). Brochure NEG Exhaust Systems.
- Cramer, J. (2002). *Ondernemen met hoofd en hart*. Assen: Van Gorcum.
- Cramer, J. (2007a). Duurzaam Ondernemen: inleiding. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p. 19), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Cramer, J. (2007b). Ecologische dimensie van duurzaam ondernemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, pp. 206-207), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Cramer, J. (2007c). Zoeken naar een duurzaam evenwicht. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 2, p 35), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond DCMR (2007). *Beschikking nr. 319050 / 20359659: TLR Technisch Laboratorium Rotterdam*. Rotterdam: DCMR

- de Blécourt-Maas, J. (1997a). Milieumanagement en de organisatiestructuur van een bedrijf. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 95), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997b). Systeemnormen voor milieumanagement, In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 64), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997c). Systeemnormen voor milieumanagement, In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 66-67), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997d). Het ontstaan van milieumanagementsystemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 16), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997e). Het ontstaan van milieumanagementsystemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, pp. 30-31), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997f). Het ontstaan van milieumanagementsystemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 22), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997g). Sturing en begeleiding van veranderingsprocessen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 173), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997h). Het ontstaan van milieumanagementsystemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 25), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997i). Het ontstaan van milieumanagementsystemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 28-29), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997j). Milieuauditing. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 2, p. 90), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997k). Systeemnormen voor milieumanagement. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 70), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (1997l). Milieumanagement en de organisatiecultuur van een bedrijf. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Bedrijfsmilieumanagement*. Cursus (deel 1, p. 140), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (2007a). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 29), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (2007b). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 33), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (2007c). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 28), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (2007d). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 25 ), Heerlen: Open Universiteit Nederland.

- de Blécourt-Maas, J. (2007e). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 26), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (2007f). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 27), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (2007g). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 36-41), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- de Blécourt-Maas, J. (2007h). Structuur en cultuur bij bedrijven. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 23-24), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Driesen, P. en Leroy, P. (2007). *Milieubeleid. Analyse en perspectief*. Hoofdstuk 4. Juridische institutionalisering van het milieubeleid. Bussum: Uitgeverij Coutinho.
- Eljarrat, E., Caixach, J., Rivera, J. (1998). *Microwave vs. Soxhlet for the extraction of PCDDs and FCDFs from sewage and sludge samples*. Chemosphere Vol. 36, No. 10. pp. 2359-2366. Elsevier Science Ltd
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks; the Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Oxford: Capstone.
- Environmental Protection Agency EPA (2010a). *Energy Cost and IAQ Performance of Ventilation Systems and Controls*. Bezocht 11 december 2010 op [http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/energy\\_cost\\_and\\_iaq/executive\\_summary.pdf](http://www.epa.gov/iaq/largebldgs/energy_cost_and_iaq/executive_summary.pdf)
- Environmental Protection Agency EPA (2010b). *Technology Transfer Network. Air Toxics Website. Methylene Chloride*. Bezocht 21 augustus 2010 op <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/methylen.html>
- Environmental Protection Agency EPA (1994). *Chemical summary for methanol*. Bezocht 14 februari 2011 op [http://www.epa.gov/chemfact/s\\_methan.txt](http://www.epa.gov/chemfact/s_methan.txt)
- Europese Commissie (2009a). *Commission regulation (EC) No 152/2009 of 27 January 2009 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of feed*. Brussel: Europese Unie.
- Europese Commissie (2009b). Directoraat-Generaal Milieu: *Vergunningenhandboek voor de ozon-afbrekende stoffen*. Bezocht 11 mei 2010 op [http://ec.europa.eu/environment/ozone/pdf/manual\\_lab\\_nl.pdf](http://ec.europa.eu/environment/ozone/pdf/manual_lab_nl.pdf)
- Europese Unie (2009a). *Verordening (EG) nr. 1013/2006 van 14 juni 2006 betreffende de overbrenging van afvalstoffen*. Bezocht op 2 november 2009 op <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:190:0001:0098:NL:PDF>
- Europese Unie (2009b). *Verordening (EG) nr. 1907/2006 van het Europees Parlement en de Raad van 18 december 2006 inzake de registratie en beoordeling van en de autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen (REACH), tot oprichting van een Europees Agentschap voor chemische stoffen, houdende wijziging van Richtlijn 1999/45/EG en houdende intrekking van Verordening (EEG) nr. 793/93 van de Raad en Verordening (EG) nr. 1488/94 van de Commissie alsmede Richtlijn 76/769/EEG van de Raad en de Richtlijnen 91/155/EEG, 93/67/EEG, 93/105/EG en 2000/21/EG van de Commissie*. Bezocht 8 november 2009 op <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2006:396:SOM:NL:HTML>

- Europese Unie (2009c). *Verordening (EG) nr. 152/2009 van de Commissie van 27 januari 2009 tot vaststelling van de bemonsterings- en analysemethoden voor de officiële controle van diervoeders*. Bezocht op 6 november 2010 op <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2009:054:SOM:NL:HTML>
- Europese Unie (2004). *Richtlijn 2004/37/EG van het Europees Parlement en de Raad van 29 april 2004 betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan carcinogene of mutagene agentia op het werk (zesde bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG van de Raad)*. Bezocht 10 december 2010 op <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:158:0050:0076:NL:PDF>
- Farid, A. (2001). *Analyses of pesticides and their metabolites in foods and drinks*. Trends in analytical chemistry, vol. 20, no. 11., p. 649-661. Elsevier Science B.V.
- Focant, J.F., Pirard, C. en De Pauw, E. (2004). *Automated sample preparation-fractionation for the measurement of dioxins and related compounds in biological matrices: a review*. Talanta 63, p. 1101–1113. Elsevier B.V.
- GfK (2008). *Jaargids 2008: Inzicht en marktontwikkelingen in de Benelux*. Amstelveen: GfK Panel Services.
- Han, C. Wu, Y., Zhou, Y., Gong, Y., Liu, P., Wang, L., Shen, Y. (2009). *Microwave-Assisted Extraction of Melamine Residues from Pet Food and Analysis by Ion-Exchange LC–DAD*. Chromatographia 2009, 70, September (No. 5/6). Vieweg+Teubner - GWV Fachverlage GmbH.
- Inchem (2011). MSDS Organic Lead. International Programme on Chemical Safety (IPCS) and the Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS). Bezocht 6 mei 2011 op [http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/organlea.htm#SectionTitle:7.2 Toxicity](http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/organlea.htm#SectionTitle:7.2%20Toxicity)
- International Organisation for Standardisation (ISO) (2009). *The ISO Survey of Certifications – 2007*. Geneve: ISO
- International Organisation for Standardisation (ISO) (2005). *Publicizing your ISO 9001:2000 or ISO 14001:2004 certification*. Geneve: ISO
- Kamer van Koophandel (2010). *Wetten en regels*. Bezocht op 10 mei 2010 op [http://www.kvk.nl/wetten\\_en\\_regels/](http://www.kvk.nl/wetten_en_regels/)
- Koeslag, J. (2002). *Vergunningstraject van windenergie. Een onderzoek naar de doorlooptijd en de slagingskansen van de juridische procedures voor het plaatsen van windturbines*. Rotterdam: CEA, Bureau voor communicatie en advies over energie en milieu B.V.
- Krska, R., Schubert-Ullrich, P., Molinelli, A., Sulyok, M., MacDonald, S. en Crews, C. (2008). *Mycotoxin analysis: An update*. Food Additives & Contaminants: Part A, 25: 2, 152-163. London: Taylor & Francis.
- Labs for the 21<sup>st</sup> Century (2008). *Laboratories for the 21st Century: An Introduction to Low-Energy Design*. U.S. Environmental Protection Agency Office of Administration and Resources Management.
- Labs for the 21<sup>st</sup> Century (2010). *Laboratories for the 21st Century: Laboratory Centralized Demand Controlled Ventilation System Increases Energy Efficiency in Pilot Study*. U.S. Environmental Protection Agency Office of Administration and Resources Management.
- Lehotay, S.J. (1996). *Supercritical fluid extraction of pesticide residues in fruits and vegetables*. Seminars in Food Analysis volume 1, p. 73-84.
- Massachusetts Institute of Technology MIT (2009). *A guide to greener chemistry (solvents)*. Bezocht 29 oktober 2009 op [http://web.mit.edu/environment/pdf/solvent\\_handout.pdf](http://web.mit.edu/environment/pdf/solvent_handout.pdf)



- Mathew, P. en Sartor, D. (2009). *Rating Energy Efficiency and Sustainability in Laboratories: Results and Lessons from the Labs21 Program*. Lawrence Berkeley National Laboratory. Bezocht op 11 november 2009 op [http://www.labs21century.gov/pdf/bench\\_aceee\\_508.pdf](http://www.labs21century.gov/pdf/bench_aceee_508.pdf)
- Meadows, D.I., Meadows, D.H., Randers, J. en Behrens III, W., (1972). *The Limits to Growth. A report to the Club of Rome*. Bezocht 27 oktober 2009 op <http://www.clubofrome.org/eng/>
- Merck (2010a). Merck Material Safety Data Sheet Acetonitrile. Artikelnummer 100030
- Merck (2010b). Merck Material Safety Data Sheet Acetone. Artikelnummer 100012
- Merck (2010c). Merck Material Safety Data Sheet Dichloromethane. Artikelnummer 106048.
- Merck (2010d). Merck Material Safety Data Sheet Methanol. Artikelnummer 106007
- Merck (2010e). Merck Material Safety Data Sheet n-Pentane. Artikelnummer 107177
- Merck (2010f). Merck Material Safety Data Sheet Mierenzuur. Artikelnummer 822254
- Merck (2010g). Merck Material Safety Data Sheet Zwavelzuur. Artikelnummer 100716
- Merck (2010h). Merck Material Safety Data Sheet Zwavelzuur. Artikelnummer 109913
- Merck (2010i). Merck Material Safety Data Sheet Arseen standaard. Artikelnummer 109939
- Merck (2010j). Merck Material Safety Data Sheet Ethanol. Artikelnummer 108543
- Merck (2010j). Merck Material Safety Data Sheet 4-Chloro-3,5-dimethylphenol. Artikelnummer 818734
- Milieu Centraal (2010). Energielabel.NL. *Energielabel koel en vries*. Bezocht 7 december 2010 op [http://www.energielabel.nl/pagina.aspx?onderwerp=Energielabel koel en vriesapparaat](http://www.energielabel.nl/pagina.aspx?onderwerp=Energielabel%20koel%20en%20vriesapparaat)
- Mills, E. (2009). Sustainable Scientists. *Environ. Sci. Technol.*, 43 doi: 10.1021/es801496g
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu. (2009a). *Wet Milieubeheer*. Bezocht 27 oktober 2009 op <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=24184#b24185>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009b). *Activiteitenbesluit*. Bezocht 28 oktober 2009 op <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=38846>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009c). *Duurzaam ondernemen*. Bezocht 8 november 2009 op <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=23990&term=duurzaam+ondernemen#a7>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009d). *Duurzame ontwikkeling*. Bezocht 8 november 2009 op <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=10749#a12>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009e). *Activiteitenbesluit Internet Module*. Bezocht 12 november 2009 op <http://aim.vrom.nl/Default.aspx>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009f). *Activiteitenbesluit: Nota van toelichting*. Bezocht 12 november 2009 op [http://www.vrom.nl/Docs/milieu/200903\\_Activiteitenbesluit\\_Wijzingsbesluit\\_Nota%20van%20toelichting.pdf](http://www.vrom.nl/Docs/milieu/200903_Activiteitenbesluit_Wijzingsbesluit_Nota%20van%20toelichting.pdf)
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009g). *Wet milieubeheer. Hoofdstuk 18: Handhaving*. Bezocht 12 november 2009 op <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=24287>

- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009h). *Nationaal Milieubeleidsplan 4. Samenvatting*  
Bezocht 26 november 2009 op <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=2706&sp=2&dn=1012>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009i). *Activiteitenbesluit*  
Bezocht 25 november 2009 op  
<http://www.infomil.nl/onderwerpen/integrale/activiteitenbesluit/activiteitenbesluit-0/>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009j). *Wat is de milieuvergunning.*  
Bezocht 25 november 2009 op  
<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=24302&term=vergunning>
- Ministerie van Volksgezondheid, Ruimtelijke Ordening en Milieu (2009k). *Dossier Reach*  
Bezocht 25 november 2009 op  
<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=22887>
- Ministerie van VROM (2009l). *Opslag van verpakte gevaarlijke stoffen*. Publicatiereeks gevaarlijke stoffen no. 15.
- Ministerie van VROM. (2010). *Wet Milieubeheer*. Bezocht 19 februari 2010 op  
<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=24184#b24185>
- Muñoz-Valencia, R., Ceballos-Magaña, G., Rosales-Martinez, D., Gonzalo-Lumbreras, R., Santos-Montes, A., Cubedo-Fernandez-Trapiella, A. en Izquierdo-Hornillos, R.C. (2008). *Method development and validation for melamine and its derivatives in rice concentrates by liquid chromatography. Application to animal feed samples*. Anal Bioanal Chem no. 392, p. 523–531
- National Institute of Building Sciences NIBS (2010). *Whole Building Design Guide*.  
Bezocht 12 mei 2010 op  
<http://www.wbdg.org/resources/sustainablelab.php>
- Nederlandse overheid (2009). *Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer (IVB)*  
Bezocht 2 november 2009 op [http://wetten.overheid.nl/BWBR0005829/geldigheidsdatum\\_26-11-2009](http://wetten.overheid.nl/BWBR0005829/geldigheidsdatum_26-11-2009)
- Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) (2004). *NEN-EN-ISO 14001 – Milieumanagementsystemen: Eisen met richtlijnen voor gebruik*. Delft: NEN
- Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) (2005). *NEN-EN-ISO 17025 – Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria*. Delft: NEN
- NEFIT (2010). NEFIT houdt Nederland warm. Topline HR 70 en HR 100. Deventer: NEFIT
- Overheid.nl (2010). *Wet algemene bepalingen omgevingsrecht*. Bezocht 10 december 2010 op [http://wetten.overheid.nl/BWBR0024779/geldigheidsdatum\\_11-12-2010](http://wetten.overheid.nl/BWBR0024779/geldigheidsdatum_11-12-2010)
- Oxford University (2006a). MSDS Cadmiumchloride. The physical and theoretical chemistry laboratory – Oxford University. Bezocht 17 mei 2011 op  
[http://msds.chem.ox.ac.uk/CA/cadmium\\_chloride\\_anhydrous.html](http://msds.chem.ox.ac.uk/CA/cadmium_chloride_anhydrous.html)
- Oxford University (2006b). MSDS Kwikchloride. The physical and theoretical chemistry laboratory – Oxford University. Bezocht 17 mei 2011 op  
[http://msds.chem.ox.ac.uk/ME/mercury\\_II\\_chloride.html](http://msds.chem.ox.ac.uk/ME/mercury_II_chloride.html)
- Oxford University (2006c). MSDS Arseen. The physical and theoretical chemistry laboratory – Oxford University. Bezocht 17 mei 2011 op  
<http://msds.chem.ox.ac.uk/AR/arsenic.html>

- Pallaroni, L. en von Holst, C. (2003). *Comparison of alternative and conventional extraction techniques for the determination of zearalenone in corn*. Anal Bioanal Chem Vol. 376 : 908–912. Springer Verlag.
- Pan, J., Xia, X. en Liang, J. (2007). *Analysis of pesticide multi-residues in leafy vegetables by ultrasonic solvent extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry*. Ultrasonics Sonochemistry, Volume 15, Issue 1, p. 25-32. Elsevier B.V.
- Pastor A., Vázquez, E., Ciscar, R. en de la Guardia, M. (1997). *Efficiency of the microwave-assisted extraction of hydrocarbons and pesticides from sediments*. Analytica Chimica Acta Volume 344, Issue 3, p. 241-249. Amsterdam: Elsevier B.V.
- Pawliszyn, J. (1997a). *Solid Phase Microextraction (SPME)*. The Chemical Educator 1, volume 2, no. 4. ISSN 1430-4171. New York: Springer Verlag.
- Pawliszyn, J. (1997b). *Solid Phase Microextraction Theory and Practice*. New York: Wiley-VCH. Inc.
- Peterson Control Union Group (2009). *Company Profile / Jobs & Careers*. Bezocht 28 december 2009 op [http://www.pcugroup.com/pcu/fs3\\_site.nsf/htmlViewDocuments/2EC9F95BE3F89B8BC125748D0043F286](http://www.pcugroup.com/pcu/fs3_site.nsf/htmlViewDocuments/2EC9F95BE3F89B8BC125748D0043F286) en [http://www.pcugroup.com/pcu/fs3\\_site.nsf/htmlViewDocuments/BD12E9A5D9626309C125754A0047BA9F](http://www.pcugroup.com/pcu/fs3_site.nsf/htmlViewDocuments/BD12E9A5D9626309C125754A0047BA9F)
- Productschap Diervoeder (2009). Bezocht 29 oktober 2009 op <http://www.pdv.nl/nederland/kwaliteit/>
- Quinn, R.E. (2008). *Managementvaardigheden*. Den Haag: Academic Service.
- Reijnders, L. (2004). Een natuurwetenschappelijke kijk op het milieuvraagstuk. In R.J.M. Cörvers en J. de Kraker (cursusteamleiders), *Milieuproblemen en duurzame ontwikkeling*. Cursus (deel 1, p 63), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Rijkswaterstaat (2009). Ministerie van Verkeer en Waterstaat. *Wet verontreiniging oppervlaktewateren*. Bezocht 12 november 2009 op [http://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten\\_en\\_regelgeving/wet\\_verontreiniging\\_oppervlakte/](http://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten_en_regelgeving/wet_verontreiniging_oppervlakte/)
- RIVM (2011). *KRW prioritaire stoffenlijst*. Bezocht 14 februari 2011 op <http://www.rivm.nl/rvs/stoffen/priokr/index.jsp>.
- ROM Rijnmond (2009). *Rijnmond Duurzaam*. Bezocht 2 november 2009 op [http://www.rom-rijnmond.nl/projecten/ra/\\_dl/ROM\\_RijnmondDuurzaam27mei.pdf](http://www.rom-rijnmond.nl/projecten/ra/_dl/ROM_RijnmondDuurzaam27mei.pdf)
- Sartor, D., Piette, M.A. en Tschudi, W. (2000). *Strategies for energy benchmarking in cleanrooms and laboratory-type facilities*. Berkeley National Laboratory – University of California.
- Senter Novem (2009a). Omrekening primaire energie. Bezocht 10 maart 2010 op <http://www.senternovem.nl/kompas/omrekentool/kwhprimair.html>
- Senter Novem (2009b). CO2-emissiefactoren. Bezocht op 10 maart 2010 op [http://www.senternovem.nl/epn/epc\\_in\\_2006/co2-emissie.asp](http://www.senternovem.nl/epn/epc_in_2006/co2-emissie.asp)
- SenterNovem (2010a). *SDE (Stimuleren Duurzame Energieproductie - Zonnepanelen)*. Bezocht 12 mei 2010 op <https://www.senternovem.nl/sde/zonnepanelen/index.asp>
- SenterNovem (2010b). *SDE (Stimuleren Duurzame Energieproductie – Wind op land – Veelgestelde vragen)*. Bezocht 12 mei 2010 op [https://www.senternovem.nl/sde/wind\\_op\\_land/veelgestelde\\_vragen.asp#8](https://www.senternovem.nl/sde/wind_op_land/veelgestelde_vragen.asp#8)
- Senter Novem (2010c). Duurzame Energie in Nederland – PV/Zonnestroom Bezocht 10 maart 2010 op <http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/DE-technieken/Zonnestroom/Index.asp>

- Silva, M. F., Cerutti, E en Martinez, L. (2006). *Coupling Cloud Point Extraction to Instrumental Detection Systems for Metal Analysis*. Microchim Acta 155, p. 349–364. Springer Verlag.
- Soo Yang, J., Kwang Lee, S., Hun Park, Y. en Woon Lee, D. (1999). *Analytical Method for Dioxin and Organo-Chlorinated Compounds: (II) Comparison of Extraction Methods of Dioxins from XAD-2 Adsorbent*. Bull. Korean Chem. Soc., Vol. 20, No. 6 p. 689
- Stichting Coördinatie Certificatie-, Milieu en arbomanagementsystemen (SCCM) (2009). Database gecertificeerde organisaties. Geraadpleegd 16 juni 2009 op <http://www.sccm.nl/iso.php>
- Smith, R. M. (2003). *Before the injection – modern methods of sample preparation for separation techniques*. In Journal of Chromatography A, 1000, 3-27. United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Sociaal Economische Raad SER (2000). *De winst van waarden. Advies over maatschappelijk verantwoord ondernemen*. Bezocht 1 november 2009 op <http://www.ser.nl/nl/publicaties/adviezen/2000-2007/2000/b19054.aspx>
- Tebodin (2007). Aanvraag milieuvergunning (Wm, Wvo) TLR te Rotterdam. Den Haag: Tebodin.
- Tebodin (2008a). *Energiebesparingsonderzoek TLR te Rotterdam*. Rapport 3212001. Den Haag: Tebodin.
- Tebodin (2008b), Compliance report Wm- en Wvo-vergunning TLR
- Technische Universiteit Delft (2011). *Milieuhandboek Reststoffen ISK-IV1*. Halogeenrijke organische afvalstoffen. Bezocht 14 januari 2011 op <http://www.tudelft.nl/live/binaries/6997b683-4142-4fdb-9778-327363c35979/doc/Halogeenrijk%20organisch%20vloeibaar%20afval.pdf>
- TLR International Laboratories (2008). *Arbojaarplan 2009*. Rotterdam:TLR
- TLR International Laboratories (2009) – *Kwaliteitshandboek*. Rotterdam:TLR
- TLR International Laboratories (2010a). *Directiebeoordeling*. Rotterdam:TLR
- TLR International Laboratories (2010b). *Meterstanden*. Rotterdam:TLR
- TLR International Laboratories (2010c). TL512.09 - Bepaling van de gehalten van melamine en cyaanurzuur (cyanuric acid) in diervoeders, diervoeder grondstoffen, gewassen en melkpoeders met behulp van UPLC-MS/MS. Rotterdam:TLR
- TLR International Laboratories (2010d). TL512.02 – De bepaling van het gehalte aan bestrijdingsmiddelen in gewasmonsters met behulp van GPC-LC-LVI-GCMS. Rotterdam:TLR
- TLR International Laboratories (2010e) – *Werkvoorschriften*. Rotterdam:TLR
- Tobiszewski, M., Mechlinska, A., Zygmunt, B. & Namiesnik, J. (2009). *Green analytical chemistry in sample preparation for determination of trace organic pollutants*. In Trends in Analytical Chemistry, Vol. 28, no. 8, 2009. United Kingdom: Elsevier Ltd.
- Tor, A., Aydin, M. en Özcan, E. (2006). *Ultrasonic solvent extraction of organochlorine pesticides from soil*. Analytica Chimica Acta Volume 559, Issue 2, Pages 173-180. Elsevier B.V.
- Van Dale, 2009, *Van Dale Nederlands Woordenboek On-line* Geraadpleegd 25 februari 2009 op <http://www.vandale.nl/vandale/opzoeken/woordenboek/?zoekwoord=laboratorium>
- Van der Leek-Oudt, A. (2007a). Economische dimensie van duurzaam ondernemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 89), Heerlen: Open Universiteit Nederland.

- Van der Leek-Oudt, A. (2007b). Algemene economie: basis voor duurzaam ondernemen In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 77), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Van der Leek-Oudt, A. (2007c). Algemene economie: basis voor duurzaam ondernemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 1, p 70), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Van Gijn-Bruggink, T, (2007). Casus Gender. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 2, pp. 55-58), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- Verenigde Naties (1983). *Our Common Future*. Bezocht 1 november 2009 op <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>
- Walton, M. (2000). *The Deming Management Method: the complete guide to quality management*. Kemble Gloucestershire: Management Books 2000 Ltd..
- Waterschap Hollandse Delta (2007). *Beschikking Wet verontreiniging oppervlaktewateren*. December 2007. Dordrecht: Waterschap Hollandse Delta.
- Welten, T.P.M en Clerx, J.M.M.J. (2005). *Bedrijfseconomische grondbeginselen praktisch toegepast*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Woestenenk, A. (2007). Overheidsbeleid en duurzaam ondernemen. In J. de Blécourt-Maas (cursusteamleider), *Duurzaam Ondernemen*. Cursus (deel 2, p 14), Heerlen: Open Universiteit Nederland.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (2007). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press.
- Zougagh, M. en Ríos, A. (2008). *Supercritical fluid extraction of macrocyclic lactone mycotoxins in maize flour samples for rapid amperometric screening and alternative liquid chromatographic method for confirmation*. Journal of Chromatography A, Volume 1177, Issue 1, Pages 50-57. Amsterdam: Elsevier B.V..

### **a. Beschrijving van de organisatie**

TLR International Laboratories is een commercieel chemisch laboratorium (zie bijlage), gevestigd te Rotterdam. Het laboratorium, dat 45 laboranten en 8 stafmedewerkers tewerk stelt, behoort tot de Peterson Control Union Group, een wereldwijd opererende holding van bedrijven die actief zijn in de bemonstering, controle, inspectie en analyse van agrarische en minerale bulkgoederen, voeding en technische inspecties. De holding is in meer dan 50 landen actief en telt bijna 2.500 medewerkers. De hoofdzetel is gevestigd te Rotterdam. Alle aandelen van het bedrijf zijn sinds haar oprichting in 1920 in private handen. De holding is op haar beurt opgesplitst in drie divisies: Peterson Logistics Network, waarvan TLR deel uitmaakt, de Control Union World Group en de Peterson Off-shore Group (Peterson Control Union Group, 2009).

Het laboratorium is opgericht in 1977 en voert chemische analyses uit op een uitgebreid gamma aan producten: grondstoffen voor voeding, voedingsmiddelen, veevoedergrondstoffen en veevoerders, steenkool, ertsen, biodiesel en biomassa.

Er worden verschillende analyses uitgevoerd. Daarom is het laboratorium opgedeeld in vijf afdelingen:

- een afdeling Organische analyse die zich bezighoudt met de kwalitatieve en kwantitatieve bepaling van onder meer pesticiden, dioxines en PCB's;
- een afdeling Weender, die analyses op veevoerders en veevoergrondstoffen uitvoert;
- een afdeling Biofuels, die plantaardige oliën en biodiesel onderzoekt;
- een afdeling Life Sciences waar microbiologische, microscopische en DNA-analyses plaatsvinden;
- een afdeling Anorganische analyse, die is opgesplitst voor vaste brandstoffen enerzijds en voor veevoerders anderzijds (TLR International Laboratories, 2009).

### **b. Verantwoordelijkheden binnen de organisatie**

De leiding van het laboratorium is in handen van twee directeurs, die tevens zetelen in het management team van de Peterson Logistics Network divisie. Op dit niveau wordt beslist over grote investeringen en wordt de lange termijnstrategie van het laboratorium bepaald. De dagelijkse operationele leiding is in handen van een technisch directeur, die daarin wordt bijgestaan door twee assistent laboratoriummanagers. Twee account managers staan in voor het rapporteren van de analyseresultaten en het verzorgen van klantencontacten.

Het laboratorium is geaccrediteerd volgens de ISO 17025 standaard 'Algemene eisen voor de bekwaamheid van beproevings- en kalibratielaboratoria'. Het heeft een kwaliteitsafdeling waar drie medewerkers verantwoordelijk zijn voor de implementatie en het onderhoud van het kwaliteitssysteem. Toezicht op arbeidsomstandighedenwet (ARBO) en milieumanagement behoren eveneens tot de activiteiten van de kwaliteitsafdeling.

De analyses worden uitgevoerd door laboranten (ook analisten genoemd) op de vijf afdelingen. Elke afdeling wordt geleid door een groepscoördinator, die verantwoording aflegt aan de assistent laboratorium managers.

Elke drie maanden vindt er managementteamoverleg plaats. In dit overleg zetelen één van de divisiedirecteurs, de technisch directeur, de kwaliteitsmanager, één account manager en de beide assistent laboratorium managers. Overleg met de kwaliteitsafdeling wordt elke twee maanden georganiseerd. Van beide overlegssessies worden notulen opgesteld waarin de nodige acties staan beschreven en worden toegewezen aan de respectievelijke verantwoordelijken (TLR International Laboratories, 2009).

### c. Bedrijfsprocessen

TLR International Laboratories analyseert grondstoffen en eindproducten op hun chemische samenstelling. De analyseruimte, die het meeste plaats inneemt, is ingedeeld volgens de afdelingen die in paragraaf a. beschreven werden. Elke afdeling heeft specifieke apparatuur. en analyseprotocollen, werkvoorschriften genoemd, op de afdelingen voorhanden . Veiligheidsvoorschriften zijn ook op de afdelingen aanwezig (TLR International Laboratories, 2009).

Het primaire proces binnen het laboratorium is het analyseproces, dat start bij de ontvangst van het te analyseren monster en de monstervoorbereiding, en eindigt bij de rapportage van de resultaten aan de klant. Het analyseproces bestaat uit drie stappen:

a. Het monster wordt in de monsterkamer ontvangen, gecontroleerd op beschadigingen van de verpakking en ingeboekt in het ‘laboratorium information management system’ (LIMS). Het monster krijgt een label met barcode en wordt vervolgens naar de ruimtes voor de monstervoorbereiding gebracht. Daar ondergaat het een aantal fysische bewerkingen, zoals opdelen en vermalen van het monstermateriaal. Het vermalen monster wordt in plastic potjes verpakt en vervolgens gedistribueerd naar de respectievelijke analyseafdeling.

b. Een tweede stap is de chemische analyse van het monster op de analyseafdeling. Afhankelijk van de aard van de analyse en de te bepalen componenten, zullen hierbij verschillende chemicaliën worden aangewend.

De chemische analysebewerking kan globaal worden omschreven als een tweetraps-systeem: eerst worden de te analyseren componenten uit het monster geëxtraheerd, waarna ze door middel van apparatuur van elkaar gescheiden, geïdentificeerd en gekwantificeerd worden.

c. De laatste stap in het primaire proces is de controle en autorisatie van de resultaten van de analyse en de rapportage aan de klant. Na de analyse, brengen de analisten de resultaten over naar het LIMS, dat toegankelijk is op elke werkplek in het laboratorium via computers. De resultaten worden daarna door de account managers geverifieerd.

Vooraleer de resultaten aan de klant worden gerapporteerd, worden ze door de technisch directeur geautoriseerd.

#### 6.4.2. Ondersteunende processen:

Naast dit primaire proces, zijn er binnen TLR ook ondersteunende processen zoals documentatie, kwaliteitsregistraties, interne audits, het beheer van chemicaliën en het onderhoud en de kalibratie van apparatuur regelen. Ook de beoordeling van leveranciers en de processen met betrekking tot de ICT infrastructuur hebben een ondersteunende rol binnen de organisatie. Managementprocessen moeten de organisatie als geheel sturen.

Het gaat hierbij om processen die personele zaken omvatten, het beheersen van en omgaan met klachten en afwijkingen in het primaire analyseproces, het toetsen van de klanttevredenheid, de systematiek van continue verbetering en het houden van een jaarlijkse beoordeling door de directie.

Hoofdstuk 1:	Algemeen
Hoofdstuk 2:	Adviesorganen
Hoofdstuk 3:	Internationale zaken (leeg)
Hoofdstuk 4:	Plannen
Hoofdstuk 5:	Milieukwaliteitseisen
Hoofdstuk 6:	Milieuozonering (leeg)
Hoofdstuk 7:	Milieueffectrapportage
Hoofdstuk 8:	Inrichtingen
Hoofdstuk 9:	Stoffen en producten (leeg)
Hoofdstuk 10:	Afvalstoffen
Hoofdstuk 11:	Andere handelingen (leeg)
Hoofdstuk 12:	Verslag-, meet- en registratieverplichtingen
Hoofdstuk 13:	Procedures voor vergunningen en ontheffingen
Hoofdstuk 14:	Coördinatie
Hoofdstuk 15:	Financiële bepalingen
Hoofdstuk 16:	Handel in emissierechten
Hoofdstuk 17:	Maatregelen in bijzondere omstandigheden
Hoofdstuk 18:	Handhaving
Hoofdstuk 19:	Openbaarheid van milieu-informatie
Hoofdstuk 20:	Beroep bij de administratieve rechter
Hoofdstuk 21:	Verdere bepalingen
Hoofdstuk 22:	Slotbepalingen



### 1. Coördinatie van werkzaamheden binnen bedrijven

Een bedrijf moet een organisatiestructuur opzetten, waarbij sommige medewerkers de processen sturen en anderen deze uitvoeren. Voldoende coördinatie tussen de afdelingen, hun leidinggevend en de medewerkers op de werkvloer, is essentieel. Deze coördinatie kan plaatsvinden via vijf mechanismen (De Blécourt-Maas, 2007e) :

- a. wederzijdse aanpassing;
- b. supervisie (directe leiding);
- c. standaardisatie van processen;
- d. standaardisatie van resultaten;
- e. standaardisatie van vaardigheden.

a. Met wederzijdse aanpassing wordt informeel overleg en afstemming van eenvoudige taken bedoeld tussen mensen die aan eenzelfde taak werken;

b. Supervisie vindt plaats wanneer een direct leidinggevende de taken, die aan mensen worden toegewezen, coördineert en zorgt dat ze op efficiënte wijze op elkaar worden afgestemd;

c. Standaardisatie van werkprocessen is het specificeren of programmeren van het werk. Wanneer dit in detail is vastgelegd, zal de leidinggevende van een aantal taken kunnen worden ontheven. Standaardisatie betekent eveneens minder onzekerheid met betrekking tot de uit te voeren taak.

d. Wanneer het werk onvoorspelbaar is of de taken te verscheiden, kan er voor worden gekozen om de resultaten te standaardiseren. De medewerkers krijgen van te voren specifieke doelen die ze binnen een vastgestelde termijn moeten bereiken. Hierbij wordt een grote mate van zelfstandigheid en creativiteit verwacht.

e. Indien zowel de werkprocessen als de manier waarop resultaat moet worden bereikt, moeilijk van te voren vast te leggen zijn, kan de keuze voor standaardisatie van vaardigheden uitkomst bieden. Dit vereist vaak het aantrekken van gespecialiseerd en voldoende competent personeel, dat in staat is om delen van het bedrijfsproces integraal te beheersen (De Blécourt-Maas, 2007e).

### 2. De bedrijfsstructuur

Ook de verschillen in structuur tussen bedrijven kunnen volgens een aantal typologieën beschreven worden. Het gaat hierbij om de eenvoudige structuur, de machinebureaucratie, de professionele bureaucratie, de divisionele structuur en de adhocratie (De Blécourt-Maas, 2007c).

a. Bedrijven met een eenvoudige structuur, worden gekenmerkt door het overheersen van het ondernemerschap van de directeur, die vaak ook eigenaar is. Deze structuur is vooral bij kleinere bedrijven terug te vinden met een vlakke hiërarchie.

b. De machinebureaucratie is kenmerkend voor bedrijven die de standaardisatie van werkprocessen nastreven. Vaak zijn het grotere organisaties met een routineuze procesvoering en voorspelbaarheid. Procedures spelen een belangrijke rol.

c. In een professionele bureaucratie verschuift de aandacht van de standaardisatie van processen naar de standaardisatie van vaardigheden, kennis en expertise. Het bedrijf richt zich op het aantrekken van professioneel competente medewerkers, die door hun ervaring en kennis het hele werkproces beheersen.

d. Ondernemingen die diverse vestigingen hebben, zijn vaak ingericht volgens een divisionele structuur. Een hoofdkantoor coördineert de activiteiten van de onderneming, veelal door standaardisatie van resultaten na te streven, waardoor de divisies op cijfers worden geëvalueerd.

e. Een adhocratie wordt gekenmerkt door een tijdelijke organisatievorm die voor een eenmalig doel wordt opgezet. De taken zijn complex en vereisen een hoog deskundigheidsniveau, dat slechts door het coördinatiemechanisme van wederzijdse aanpassing tot stand kan komen.

### 3. De bedrijfscultuur

Volgende cultuurtypologieën komen voor in bedrijven: de ondersteunende cultuur, de innovatieve cultuur, de respect-voor-regels cultuur en de doelgerichte cultuur (De Blécourt-Maas, 2007g):

a. De ondersteunende cultuur wordt gekenmerkt door informele besluitvorming en is vaak terug te vinden in bedrijven met een eenvoudige structuur. De mens neemt een centrale plaats in, vandaar dat ook wordt gesproken van een sociocratische cultuur.

b. Een innovatieve cultuur is gericht op het bereiken van de doelstellingen, die werden geformuleerd. Flexibiliteit en vernieuwing spelen een prominente rol, vandaar dat dit type cultuur als innovatief wordt beschouwd. Het kan worden herkend in bedrijven met een hoge complexiteit en specialisatie, zoals een adhocratie.

c. In ondernemingen waar beheersing van individueel gedrag voorop staat, is de respect-voor-regels cultuur te identificeren. Het gaat voornamelijk om sterk procedureel gericht bedrijven waar vaak routineus werk wordt uitgevoerd, zoals in de machinebureaucratie.

d. Tenslotte kan de doelgerichte cultuur worden beschreven. Deze is sterk verbonden aan bedrijven die zijn ingericht volgens de principes van een professionele bureaucratie: de competente professional is het type medewerker dat er het vaakst wordt aangetroffen. Het onderscheiden van deze vier soorten bedrijfscultuur moet niet te rigide worden geïnterpreteerd: er bestaat onderlinge overlap tussen verschillende cultuurtypen (Quinn, 2008).

# INTERNATIONAL STANDARD

# ISO 14001

Second edition  
2004-11-15

---

## Environmental management systems — Requirements with guidance for use

*Systèmes de management environnemental — Exigences et lignes  
directrices pour son utilisation*

Dit document mag slechts op een stand-alone PC worden geïnstalleerd. Gebruik op een netwerk is alleen toegestaan als een aanvullende licentieovereenkomst voor netwerkgebruik met NEN is afgesloten.  
This document may only be used on a stand-alone PC. Use in a network is only permitted when a supplementary license agreement for use in a network with NEN has been concluded.



Reference number  
ISO 14001:2004(E)

© ISO 2004

**PDF disclaimer**

This PDF file may contain embedded typefaces. In accordance with Adobe's licensing policy, this file may be printed or viewed but shall not be edited unless the typefaces which are embedded are licensed to and installed on the computer performing the editing. In downloading this file, parties accept therein the responsibility of not infringing Adobe's licensing policy. The ISO Central Secretariat accepts no liability in this area.

Adobe is a trademark of Adobe Systems Incorporated.

Details of the software products used to create this PDF file can be found in the General Info relative to the file; the PDF-creation parameters were optimized for printing. Every care has been taken to ensure that the file is suitable for use by ISO member bodies. In the unlikely event that a problem relating to it is found, please inform the Central Secretariat at the address given below.

© ISO 2004

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either ISO at the address below or ISO's member body in the country of the requester.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Published in Switzerland

## Contents

	Page
<b>1 Scope .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Normative references .....</b>	<b>1</b>
<b>3 Terms and definitions .....</b>	<b>1</b>
<b>4 Environmental management system requirements .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1 General requirements .....</b>	<b>4</b>
<b>4.2 Environmental policy .....</b>	<b>4</b>
<b>4.3 Planning .....</b>	<b>4</b>
<b>4.4 Implementation and operation .....</b>	<b>5</b>
<b>4.5 Checking .....</b>	<b>7</b>
<b>4.6 Management review .....</b>	<b>9</b>
<b>Annex A (informative) Guidance on the use of this International Standard .....</b>	<b>10</b>
<b>Annex B (informative) Correspondence between ISO 14001:2004 and ISO 9001:2000 .....</b>	<b>19</b>
<b>Bibliography .....</b>	<b>23</b>

## Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO 14001 was prepared by Technical Committee ISO/TC 207, *Environmental management*, Subcommittee SC 1, *Environmental management systems*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 14001:1996), which has been technically revised.



## Introduction

Organizations of all kinds are increasingly concerned with achieving and demonstrating sound environmental performance by controlling the impacts of their activities, products and services on the environment, consistent with their environmental policy and objectives. They do so in the context of increasingly stringent legislation, the development of economic policies and other measures that foster environmental protection, and increased concern expressed by interested parties about environmental matters and sustainable development.

Many organizations have undertaken environmental "reviews" or "audits" to assess their environmental performance. On their own, however, these "reviews" and "audits" may not be sufficient to provide an organization with the assurance that its performance not only meets, but will continue to meet, its legal and policy requirements. To be effective, they need to be conducted within a structured management system that is integrated within the organization.

International Standards covering environmental management are intended to provide organizations with the elements of an effective environmental management system (EMS) that can be integrated with other management requirements and help organizations achieve environmental and economic goals. These standards, like other International Standards, are not intended to be used to create non-tariff trade barriers or to increase or change an organization's legal obligations.

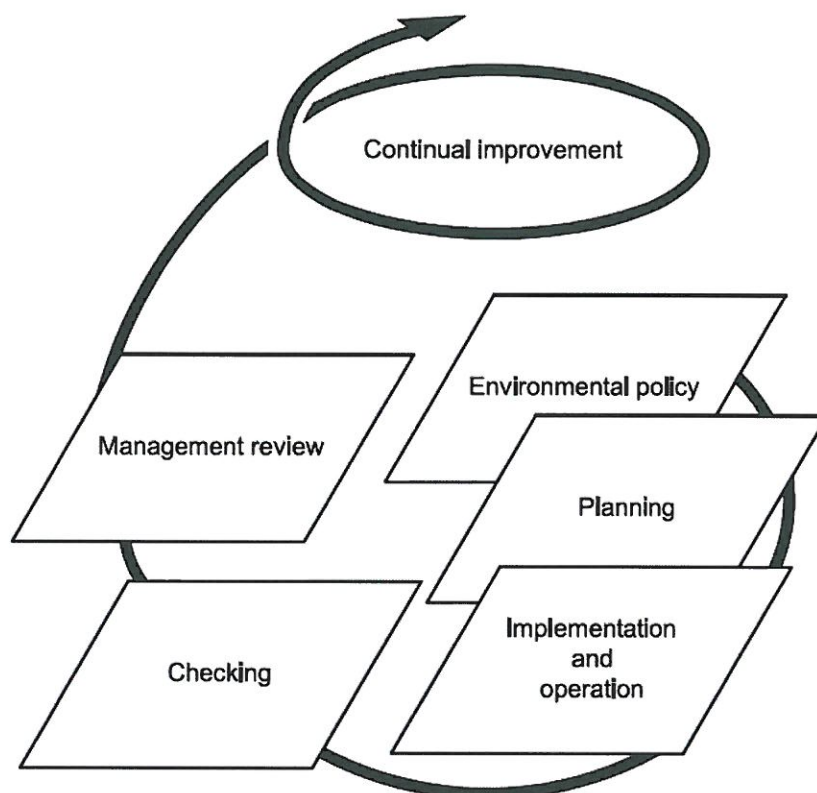
This International Standard specifies requirements for an environmental management system to enable an organization to develop and implement a policy and objectives which take into account legal requirements and information about significant environmental aspects. It is intended to apply to all types and sizes of organization and to accommodate diverse geographical, cultural and social conditions. The basis of the approach is shown in Figure 1. The success of the system depends on commitment from all levels and functions of the organization, and especially from top management. A system of this kind enables an organization to develop an environmental policy, establish objectives and processes to achieve the policy commitments, take action as needed to improve its performance and demonstrate the conformity of the system to the requirements of this International Standard. The overall aim of this International Standard is to support environmental protection and prevention of pollution in balance with socio-economic needs. It should be noted that many of the requirements can be addressed concurrently or revisited at any time.

The second edition of this International Standard is focused on clarification of the first edition, and has taken due consideration of the provisions of ISO 9001 to enhance the compatibility of the two standards for the benefit of the user community.

For ease of use, the subclause numbers in Clause 4 of the body of this International Standard and in Annex A have been related. For example, 4.3.3 and A.3.3 both deal with objectives, targets and programme(s), and 4.5.5 and A.5.5 both deal with internal audit. In addition, Annex B identifies broad technical correspondences between ISO 14001:2004 and ISO 9001:2000 and *vice versa*.

There is an important distinction between this International Standard, which describes the requirements for an organization's environmental management system and can be used for certification/registration and/or self-declaration of an organization's environmental management system, and a non-certifiable guideline intended to provide generic assistance to an organization for establishing, implementing or improving an environmental management system. Environmental management encompasses a full range of issues, including those with strategic and competitive implications. Demonstration of successful implementation of this International Standard can be used by an organization to assure interested parties that an appropriate environmental management system is in place.

Guidance on supporting environmental management techniques is contained in other International Standards, particularly those on environmental management in the documents established by ISO/TC 207. Any reference to other International Standards is for information only.



NOTE This International Standard is based on the methodology known as Plan-Do-Check-Act (PDCA). PDCA can be briefly described as follows.

- Plan: establish the objectives and processes necessary to deliver results in accordance with the organization's environmental policy.
- Do: implement the processes.
- Check: monitor and measure processes against environmental policy, objectives, targets, legal and other requirements, and report the results.
- Act: take actions to continually improve performance of the environmental management system.

Many organizations manage their operations via the application of a system of processes and their interactions, which can be referred to as the "process approach". ISO 9001 promotes the use of the process approach. Since PDCA can be applied to all processes, the two methodologies are considered to be compatible.

**Figure 1 — Environmental management system model for this International Standard**

This International Standard contains only those requirements that can be objectively audited. Those organizations requiring more general guidance on a broad range of environmental management system issues are referred to ISO 14004.

This International Standard does not establish absolute requirements for environmental performance beyond the commitments, in the environmental policy, to comply with applicable legal requirements and with other requirements to which the organization subscribes, to prevention of pollution and to continual improvement. Thus, two organizations carrying out similar operations but having different environmental performance can both conform to its requirements.

The adoption and implementation of a range of environmental management techniques in a systematic manner can contribute to optimal outcomes for all interested parties. However, adoption of this International Standard will not in itself guarantee optimal environmental outcomes. In order to achieve environmental objectives, the environmental management system can encourage organizations to consider implementation of the best



available techniques, where appropriate and where economically viable, and fully take into account the cost-effectiveness of such techniques.

This International Standard does not include requirements specific to other management systems, such as those for quality, occupational health and safety, financial or risk management, though its elements can be aligned or integrated with those of other management systems. It is possible for an organization to adapt its existing management system(s) in order to establish an environmental management system that conforms to the requirements of this International Standard. It is pointed out, however, that the application of various elements of the management system might differ depending on the intended purpose and the interested parties involved.

The level of detail and complexity of the environmental management system, the extent of documentation and the resources devoted to it depend on a number of factors, such as the scope of the system, the size of an organization and the nature of its activities, products and services. This may be the case in particular for small and medium-sized enterprises.



# Environmental management systems — Requirements with guidance for use

## 1 Scope

This International Standard specifies requirements for an environmental management system to enable an organization to develop and implement a policy and objectives which take into account legal requirements and other requirements to which the organization subscribes, and information about significant environmental aspects. It applies to those environmental aspects that the organization identifies as those which it can control and those which it can influence. It does not itself state specific environmental performance criteria.

This International Standard is applicable to any organization that wishes to

- a) establish, implement, maintain and improve an environmental management system,
- b) assure itself of conformity with its stated environmental policy,
- c) demonstrate conformity with this International Standard by
  - 1) making a self-determination and self-declaration, or
  - 2) seeking confirmation of its conformance by parties having an interest in the organization, such as customers, or
  - 3) seeking confirmation of its self-declaration by a party external to the organization, or
  - 4) seeking certification/registration of its environmental management system by an external organization.

All the requirements in this International Standard are intended to be incorporated into any environmental management system. The extent of the application depends on factors such as the environmental policy of the organization, the nature of its activities, products and services and the location where and the conditions in which it functions. This International Standard also provides, in Annex A, informative guidance on its use.

## 2 Normative references

No normative references are cited. This clause is included in order to retain clause numbering identical with the previous edition (ISO 14001:1996).

## 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

### 3.1

#### **auditor**

person with the competence to conduct an audit

[ISO 9000:2000, 3.9.9]

### 3.2

#### **continual improvement**

recurring process of enhancing the **environmental management system** (3.8) in order to achieve improvements in overall **environmental performance** (3.10) consistent with the **organization's** (3.16) **environmental policy** (3.11)

NOTE The process need not take place in all areas of activity simultaneously.

### **3.3**

#### **corrective action**

action to eliminate the cause of a detected **nonconformity** (3.15)

### **3.4**

#### **document**

information and its supporting medium

NOTE 1 The medium can be paper, magnetic, electronic or optical computer disc, photograph or master sample, or a combination thereof.

NOTE 2 Adapted from ISO 9000:2000, 3.7.2.

### **3.5**

#### **environment**

surroundings in which an **organization** (3.16) operates, including air, water, land, natural resources, flora, fauna, humans, and their interrelation

NOTE Surroundings in this context extend from within an **organization** (3.16) to the global system.

### **3.6**

#### **environmental aspect**

element of an **organization's** (3.16) activities or products or services that can interact with the **environment** (3.5)

NOTE A significant environmental aspect has or can have a significant **environmental impact** (3.7).

### **3.7**

#### **environmental impact**

any change to the **environment** (3.5), whether adverse or beneficial, wholly or partially resulting from an **organization's** (3.16) **environmental aspects** (3.6)

### **3.8**

#### **environmental management system**

##### **EMS**

part of an **organization's** (3.16) management system used to develop and implement its **environmental policy** (3.11) and manage its **environmental aspects** (3.6)

NOTE 1 A management system is a set of interrelated elements used to establish policy and objectives and to achieve those objectives.

NOTE 2 A management system includes organizational structure, planning activities, responsibilities, practices, **procedures** (3.19), processes and resources.

### **3.9**

#### **environmental objective**

overall environmental goal, consistent with the **environmental policy** (3.11), that an **organization** (3.16) sets itself to achieve

### **3.10**

#### **environmental performance**

measurable results of an **organization's** (3.16) management of its **environmental aspects** (3.6)

NOTE In the context of **environmental management systems** (3.8), results can be measured against the **organization's** (3.16) **environmental policy** (3.11), **environmental objectives** (3.9), **environmental targets** (3.12) and other environmental performance requirements.



### 3.11

#### **environmental policy**

overall intentions and direction of an **organization** (3.16) related to its **environmental performance** (3.10) as formally expressed by top management

NOTE The environmental policy provides a framework for action and for the setting of **environmental objectives** (3.9) and **environmental targets** (3.12).

### 3.12

#### **environmental target**

detailed performance requirement, applicable to the **organization** (3.16) or parts thereof, that arises from the **environmental objectives** (3.9) and that needs to be set and met in order to achieve those objectives

### 3.13

#### **interested party**

person or group concerned with or affected by the **environmental performance** (3.10) of an **organization** (3.16)

### 3.14

#### **internal audit**

systematic, independent and documented process for obtaining audit evidence and evaluating it objectively to determine the extent to which the environmental management system audit criteria set by the **organization** (3.16) are fulfilled

NOTE In many cases, particularly in smaller organizations, independence can be demonstrated by the freedom from responsibility for the activity being audited.

### 3.15

#### **nonconformity**

non-fulfilment of a requirement

[ISO 9000:2000, 3.6.2]

### 3.16

#### **organization**

company, corporation, firm, enterprise, authority or institution, or part or combination thereof, whether incorporated or not, public or private, that has its own functions and administration

NOTE For organizations with more than one operating unit, a single operating unit may be defined as an organization.

### 3.17

#### **preventive action**

action to eliminate the cause of a potential **nonconformity** (3.15)

### 3.18

#### **prevention of pollution**

use of processes, practices, techniques, materials, products, services or energy to avoid, reduce or control (separately or in combination) the creation, emission or discharge of any type of pollutant or waste, in order to reduce adverse **environmental impacts** (3.7)

NOTE Prevention of pollution can include source reduction or elimination, process, product or service changes, efficient use of resources, material and energy substitution, reuse, recovery, recycling, reclamation and treatment.

### 3.19

#### **procedure**

specified way to carry out an activity or a process

NOTE 1 Procedures can be documented or not.

NOTE 2 Adapted from ISO 9000:2000, 3.4.5.

**3.20**

**record**

**document** (3.4) stating results achieved or providing evidence of activities performed

NOTE Adapted from ISO 9000:2000, 3.7.6.

## **4 Environmental management system requirements**

### **4.1 General requirements**

The organization shall establish, document, implement, maintain and continually improve an environmental management system in accordance with the requirements of this International Standard and determine how it will fulfil these requirements.

The organization shall define and document the scope of its environmental management system.

### **4.2 Environmental policy**

Top management shall define the organization's environmental policy and ensure that, within the defined scope of its environmental management system, it

- a) is appropriate to the nature, scale and environmental impacts of its activities, products and services,
- b) includes a commitment to continual improvement and prevention of pollution,
- c) includes a commitment to comply with applicable legal requirements and with other requirements to which the organization subscribes which relate to its environmental aspects,
- d) provides the framework for setting and reviewing environmental objectives and targets,
- e) is documented, implemented and maintained,
- f) is communicated to all persons working for or on behalf of the organization, and
- g) is available to the public.

### **4.3 Planning**

#### **4.3.1 Environmental aspects**

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s)

- a) to identify the environmental aspects of its activities, products and services within the defined scope of the environmental management system that it can control and those that it can influence taking into account planned or new developments, or new or modified activities, products and services, and
- b) to determine those aspects that have or can have significant impact(s) on the environment (i.e. significant environmental aspects).

The organization shall document this information and keep it up to date.

The organization shall ensure that the significant environmental aspects are taken into account in establishing, implementing and maintaining its environmental management system.



#### 4.3.2 Legal and other requirements

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s)

- a) to identify and have access to the applicable legal requirements and other requirements to which the organization subscribes related to its environmental aspects, and
- b) to determine how these requirements apply to its environmental aspects.

The organization shall ensure that these applicable legal requirements and other requirements to which the organization subscribes are taken into account in establishing, implementing and maintaining its environmental management system.

#### 4.3.3 Objectives, targets and programme(s)

The organization shall establish, implement and maintain documented environmental objectives and targets, at relevant functions and levels within the organization.

The objectives and targets shall be measurable, where practicable, and consistent with the environmental policy, including the commitments to prevention of pollution, to compliance with applicable legal requirements and with other requirements to which the organization subscribes, and to continual improvement.

When establishing and reviewing its objectives and targets, an organization shall take into account the legal requirements and other requirements to which the organization subscribes, and its significant environmental aspects. It shall also consider its technological options, its financial, operational and business requirements, and the views of interested parties.

The organization shall establish, implement and maintain a programme(s) for achieving its objectives and targets. Programme(s) shall include

- a) designation of responsibility for achieving objectives and targets at relevant functions and levels of the organization, and
- b) the means and time-frame by which they are to be achieved.

### 4.4 Implementation and operation

#### 4.4.1 Resources, roles, responsibility and authority

Management shall ensure the availability of resources essential to establish, implement, maintain and improve the environmental management system. Resources include human resources and specialized skills, organizational infrastructure, technology and financial resources.

Roles, responsibilities and authorities shall be defined, documented and communicated in order to facilitate effective environmental management.

The organization's top management shall appoint a specific management representative(s) who, irrespective of other responsibilities, shall have defined roles, responsibilities and authority for

- a) ensuring that an environmental management system is established, implemented and maintained in accordance with the requirements of this International Standard,
- b) reporting to top management on the performance of the environmental management system for review, including recommendations for improvement.

#### 4.4.2 Competence, training and awareness

The organization shall ensure that any person(s) performing tasks for it or on its behalf that have the potential to cause a significant environmental impact(s) identified by the organization is (are) competent on the basis of appropriate education, training or experience, and shall retain associated records.

The organization shall identify training needs associated with its environmental aspects and its environmental management system. It shall provide training or take other action to meet these needs, and shall retain associated records.

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) to make persons working for it or on its behalf aware of

- a) the importance of conformity with the environmental policy and procedures and with the requirements of the environmental management system,
- b) the significant environmental aspects and related actual or potential impacts associated with their work, and the environmental benefits of improved personal performance,
- c) their roles and responsibilities in achieving conformity with the requirements of the environmental management system, and
- d) the potential consequences of departure from specified procedures.

#### **4.4.3 Communication**

With regard to its environmental aspects and environmental management system, the organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) for

- a) internal communication among the various levels and functions of the organization,
- b) receiving, documenting and responding to relevant communication from external interested parties.

The organization shall decide whether to communicate externally about its significant environmental aspects, and shall document its decision. If the decision is to communicate, the organization shall establish and implement a method(s) for this external communication.

#### **4.4.4 Documentation**

The environmental management system documentation shall include

- a) the environmental policy, objectives and targets,
- b) description of the scope of the environmental management system,
- c) description of the main elements of the environmental management system and their interaction, and reference to related documents,
- d) documents, including records, required by this International Standard, and
- e) documents, including records, determined by the organization to be necessary to ensure the effective planning, operation and control of processes that relate to its significant environmental aspects.

#### **4.4.5 Control of documents**

Documents required by the environmental management system and by this International Standard shall be controlled. Records are a special type of document and shall be controlled in accordance with the requirements given in 4.5.4.

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) to

- a) approve documents for adequacy prior to issue,
- b) review and update as necessary and re-approve documents,
- c) ensure that changes and the current revision status of documents are identified,
- d) ensure that relevant versions of applicable documents are available at points of use,
- e) ensure that documents remain legible and readily identifiable,



- f) ensure that documents of external origin determined by the organization to be necessary for the planning and operation of the environmental management system are identified and their distribution controlled, and
- g) prevent the unintended use of obsolete documents and apply suitable identification to them if they are retained for any purpose.

#### 4.4.6 Operational control

The organization shall identify and plan those operations that are associated with the identified significant environmental aspects consistent with its environmental policy, objectives and targets, in order to ensure that they are carried out under specified conditions, by

- a) establishing, implementing and maintaining a documented procedure(s) to control situations where their absence could lead to deviation from the environmental policy, objectives and targets, and
- b) stipulating the operating criteria in the procedure(s), and
- c) establishing, implementing and maintaining procedures related to the identified significant environmental aspects of goods and services used by the organization and communicating applicable procedures and requirements to suppliers, including contractors.

#### 4.4.7 Emergency preparedness and response

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) to identify potential emergency situations and potential accidents that can have an impact(s) on the environment and how it will respond to them.

The organization shall respond to actual emergency situations and accidents and prevent or mitigate associated adverse environmental impacts.

The organization shall periodically review and, where necessary, revise its emergency preparedness and response procedures, in particular, after the occurrence of accidents or emergency situations.

The organization shall also periodically test such procedures where practicable.

### 4.5 Checking

#### 4.5.1 Monitoring and measurement

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) to monitor and measure, on a regular basis, the key characteristics of its operations that can have a significant environmental impact. The procedure(s) shall include the documenting of information to monitor performance, applicable operational controls and conformity with the organization's environmental objectives and targets.

The organization shall ensure that calibrated or verified monitoring and measurement equipment is used and maintained and shall retain associated records.

#### 4.5.2 Evaluation of compliance

**4.5.2.1** Consistent with its commitment to compliance, the organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) for periodically evaluating compliance with applicable legal requirements.

The organization shall keep records of the results of the periodic evaluations.

**4.5.2.2** The organization shall evaluate compliance with other requirements to which it subscribes. The organization may wish to combine this evaluation with the evaluation of legal compliance referred to in 4.5.2.1 or to establish a separate procedure(s).

The organization shall keep records of the results of the periodic evaluations.

#### **4.5.3 Nonconformity, corrective action and preventive action**

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) for dealing with actual and potential nonconformity(ies) and for taking corrective action and preventive action. The procedure(s) shall define requirements for

- a) identifying and correcting nonconformity(ies) and taking action(s) to mitigate their environmental impacts,
- b) investigating nonconformity(ies), determining their cause(s) and taking actions in order to avoid their recurrence,
- c) evaluating the need for action(s) to prevent nonconformity(ies) and implementing appropriate actions designed to avoid their occurrence,
- d) recording the results of corrective action(s) and preventive action(s) taken, and
- e) reviewing the effectiveness of corrective action(s) and preventive action(s) taken.

Actions taken shall be appropriate to the magnitude of the problems and the environmental impacts encountered.

The organization shall ensure that any necessary changes are made to environmental management system documentation.

#### **4.5.4 Control of records**

The organization shall establish and maintain records as necessary to demonstrate conformity to the requirements of its environmental management system and of this International Standard, and the results achieved.

The organization shall establish, implement and maintain a procedure(s) for the identification, storage, protection, retrieval, retention and disposal of records.

Records shall be and remain legible, identifiable and traceable.

#### **4.5.5 Internal audit**

The organization shall ensure that internal audits of the environmental management system are conducted at planned intervals to

- a) determine whether the environmental management system
  - 1) conforms to planned arrangements for environmental management including the requirements of this International Standard, and
  - 2) has been properly implemented and is maintained, and
- b) provide information on the results of audits to management.

Audit programme(s) shall be planned, established, implemented and maintained by the organization, taking into consideration the environmental importance of the operation(s) concerned and the results of previous audits.

Audit procedure(s) shall be established, implemented and maintained that address

- the responsibilities and requirements for planning and conducting audits, reporting results and retaining associated records,
- the determination of audit criteria, scope, frequency and methods.

Selection of auditors and conduct of audits shall ensure objectivity and the impartiality of the audit process.



#### 4.6 Management review

Top management shall review the organization's environmental management system, at planned intervals, to ensure its continuing suitability, adequacy and effectiveness. Reviews shall include assessing opportunities for improvement and the need for changes to the environmental management system, including the environmental policy and environmental objectives and targets. Records of the management reviews shall be retained.

Input to management reviews shall include

- a) results of internal audits and evaluations of compliance with legal requirements and with other requirements to which the organization subscribes,
- b) communication(s) from external interested parties, including complaints,
- c) the environmental performance of the organization,
- d) the extent to which objectives and targets have been met,
- e) status of corrective and preventive actions,
- f) follow-up actions from previous management reviews,
- g) changing circumstances, including developments in legal and other requirements related to its environmental aspects, and
- h) recommendations for improvement.

The outputs from management reviews shall include any decisions and actions related to possible changes to environmental policy, objectives, targets and other elements of the environmental management system, consistent with the commitment to continual improvement.

## **Annex A** **(informative)**

### **Guidance on the use of this International Standard**

#### **A.1 General requirements**

The additional text given in this annex is strictly informative and is intended to prevent misinterpretation of the requirements contained in Clause 4 of this International Standard. While this information addresses and is consistent with the requirements of Clause 4, it is not intended to add to, subtract from, or in any way modify these requirements.

The implementation of an environmental management system specified by this International Standard is intended to result in improved environmental performance. Therefore this International Standard is based on the premise that the organization will periodically review and evaluate its environmental management system to identify opportunities for improvement and their implementation. The rate, extent and timescale of this continual improvement process are determined by the organization in the light of economic and other circumstances. Improvements in its environmental management system are intended to result in further improvements in environmental performance.

This International Standard requires an organization to

- a) establish an appropriate environmental policy,
- b) identify the environmental aspects arising from the organization's past, existing or planned activities, products and services, in order to determine the environmental impacts of significance,
- c) identify applicable legal requirements and other requirements to which the organization subscribes,
- d) identify priorities and set appropriate environmental objectives and targets,
- e) establish a structure and a programme(s) to implement the policy and achieve objectives and meet targets,
- f) facilitate planning, control, monitoring, preventive and corrective actions, auditing and review activities to ensure both that the policy is complied with and that the environmental management system remains appropriate, and
- g) be capable of adapting to changing circumstances.

An organization with no existing environmental management system should, initially, establish its current position with regard to the environment by means of a review. The aim of this review should be to consider all environmental aspects of the organization as a basis for establishing the environmental management system.

The review should cover four key areas:

- identification of environmental aspects, including those associated with normal operating conditions, abnormal conditions including start-up and shut-down, and emergency situations and accidents;
- identification of applicable legal requirements and other requirements to which the organization subscribes;
- examination of existing environmental management practices and procedures, including those associated with procurement and contracting activities;
- evaluation of previous emergency situations and accidents.

Tools and methods for undertaking a review might include checklists, conducting interviews, direct inspection and measurement, results of previous audits or other reviews, depending on the nature of the activities.

An organization has the freedom and flexibility to define its boundaries and may choose to implement this International Standard with respect to the entire organization or to specific operating units of the organization. The organization should define and document the scope of its environmental management system. Defining the



scope is intended to clarify the boundaries of the organization to which the environmental management system will apply, especially if the organization is a part of a larger organization at a given location. Once the scope is defined, all activities, products and services of the organization within that scope need to be included in the environmental management system. When setting the scope, it should be noted that the credibility of the environmental management system will depend upon the choice of organizational boundaries. If a part of an organization is excluded from the scope of its environmental management system, the organization should be able to explain the exclusion. If this International Standard is implemented for a specific operating unit, policies and procedures developed by other parts of the organization can be used to meet the requirements of this International Standard, provided that they are applicable to that specific operating unit.

## A.2 Environmental policy

The environmental policy is the driver for implementing and improving an organization's environmental management system so that it can maintain and potentially improve its environmental performance. This policy should therefore reflect the commitment of top management to comply with applicable legal requirements and other requirements, to prevent pollution and to continually improve. The environmental policy forms the basis upon which the organization sets its objectives and targets. The environmental policy should be sufficiently clear to be able to be understood by internal and external interested parties, and should be periodically reviewed and revised to reflect changing conditions and information. Its area of application (i.e. scope) should be clearly identifiable and should reflect the unique nature, scale and environmental impacts of the activities, products and services within the defined scope of the environmental management system.

The environmental policy should be communicated to all persons who work for, or on behalf of, the organization, including contractors working at an organization's facility. Communication to contractors can be in alternative forms to the policy statement itself, such as rules, directives and procedures, and may therefore only include pertinent sections of the policy. The organization's environmental policy should be defined and documented by its top management within the context of the environmental policy of any broader corporate body of which it is a part, and with the endorsement of that body.

NOTE Top management usually consists of a person or group of people who direct and control an organization at the highest level.

## A.3 Planning

### A.3.1 Environmental aspects

Subclause 4.3.1 is intended to provide a process for an organization to identify environmental aspects, and to determine those that are significant which should be addressed as a priority by the organization's environmental management system.

An organization should identify the environmental aspects within the scope of its environmental management system, taking into account the inputs and outputs (both intended and unintended) associated with its current and relevant past activities, products and services, planned or new developments, or new or modified activities, products and services. This process should consider normal and abnormal operating conditions, shut-down and start-up conditions, as well as reasonably foreseeable emergency situations.

Organizations do not have to consider each product, component or raw material input individually. They may select categories of activities, products and services to identify their environmental aspects.

Although there is no single approach for identifying environmental aspects, the approach selected could for example consider

- a) emissions to air,
- b) releases to water,
- c) releases to land,
- d) use of raw materials and natural resources,



- e) use of energy,
- f) energy emitted, e.g. heat, radiation, vibration,
- g) waste and by-products, and
- h) physical attributes, e.g. size, shape, colour, appearance.

In addition to those environmental aspects an organization can control directly, an organization should also consider aspects that it can influence, e.g. those related to goods and services used by the organization and those related to products and services that it provides. Some guidance to evaluate control and influence is provided below. However, in all circumstances it is the organization that determines the degree of control and also the aspects it can influence.

Consideration should be given to aspects related to the organization's activities, products and services, such as

- design and development,
- manufacturing processes,
- packaging and transportation,
- environmental performance and practices of contractors and suppliers,
- waste management,
- extraction and distribution of raw materials and natural resources,
- distribution, use and end-of-life of products, and
- wildlife and biodiversity.

The control and influence over the environmental aspects of a product supplied to an organization can vary significantly, depending on the organization's market situation and its suppliers. An organization that is responsible for its own product design can influence such aspects significantly by changing, for example, a single input material, while an organization that needs to supply in accordance with externally determined product specifications may have little choice.

With respect to products provided, it is recognized that organizations may have limited control over the use and disposal of their products, e.g. by users, but they can consider, where practicable, communication of proper handling and disposal mechanisms to these users in order to exert influence.

Changes to the environment, either adverse or beneficial, that result wholly or partially from environmental aspects are called environmental impacts. The relationship between environmental aspects and impacts is one of cause and effect.

In some locations cultural heritage can be an important element of the surroundings in which an organization operates, and therefore should be taken into account in the understanding of its environmental impacts.

Since an organization might have many environmental aspects and associated impacts, it should establish criteria and a method to determine those that it considers significant. There is no single method for determining significant environmental aspects. However, the method used should provide consistent results and include the establishment and application of evaluation criteria, such as those related to environmental matters, legal issues and the concerns of internal and external interested parties.

When developing information relating to its significant environmental aspects, the organization should consider the need to retain the information for historical purposes as well as how to use it in designing and implementing its environmental management system.

The process of identification and evaluation of environmental aspects should take into account the location of activities, cost and time to undertake the analysis, and the availability of reliable data. The identification of environmental aspects does not require a detailed life-cycle assessment. Information already developed for regulatory or other purposes may be used in this process.

This process of identifying and evaluating environmental aspects is not intended to change or increase an organization's legal obligations.

### A.3.2 Legal and other requirements

The organization needs to identify the legal requirements that are applicable to its environmental aspects. These may include

- a) national and international legal requirements,
- b) state/provincial/departmental legal requirements,
- c) local governmental legal requirements.

Examples of other requirements to which the organization may subscribe include, if applicable,

- agreements with public authorities,
- agreements with customers,
- non-regulatory guidelines,
- voluntary principles or codes of practice,
- voluntary environmental labelling or product stewardship commitments,
- requirements of trade associations,
- agreements with community groups or non-governmental organizations,
- public commitments of the organization or its parent organization,
- corporate/company requirements.

The determination of how legal and other requirements apply to an organization's environmental aspects is usually accomplished in the process of identifying these requirements. It may not be necessary, therefore, to have a separate or additional procedure in order to make this determination.

### A.3.3 Objectives, targets and programme(s)

The objectives and targets should be specific and measurable wherever practicable. They should cover short- and long-term issues.

When considering its technological options, an organization should consider the use of best-available techniques where economically viable, cost-effective and judged appropriate.

The reference to the financial requirements of the organization is not intended to imply that organizations are obliged to use environmental cost-accounting methodologies.

The creation and use of one or more programmes is important to the successful implementation of an environmental management system. Each programme should describe how the organization's objectives and targets will be achieved, including timescales, necessary resources and personnel responsible for implementing the programme(s). This (these) programme(s) may be subdivided to address specific elements of the organization's operations.

The programme should include, where appropriate and practical, consideration of planning, design, production, marketing and disposal stages. This may be undertaken for both current and new activities, products or services. For products, this can address design, materials, production processes, use and ultimate disposal. For installations or significant modifications of processes, this can address planning, design, construction, commissioning, operation and, at the appropriate time determined by the organization, decommissioning.



## **A.4 Implementation and operation**

### **A.4.1 Resources, roles, responsibility and authority**

The successful implementation of an environmental management system calls for a commitment from all persons working for the organization or on its behalf. Environmental roles and responsibilities therefore should not be seen as confined to the environmental management function, but can also cover other areas of an organization, such as operational management or staff functions other than environmental.

This commitment should begin at the highest levels of management. Accordingly, top management should establish the organization's environmental policy and ensure that the environmental management system is implemented. As part of this commitment, top management should designate a specific management representative(s) with defined responsibility and authority for implementing the environmental management system. In large or complex organizations, there may be more than one designated representative. In small or medium-sized enterprises, these responsibilities may be undertaken by one individual. Management should also ensure that appropriate resources, such as organizational infrastructure, are provided to ensure that the environmental management system is established, implemented and maintained. Examples of organizational infrastructure include buildings, communication lines, underground tanks, drainage, etc.

It is also important that the key environmental management system roles and responsibilities are well defined and communicated to all persons working for or on behalf of the organization.

### **A.4.2 Competence, training and awareness**

The organization should identify the awareness, knowledge, understanding and skills needed by any person with the responsibility and authority to perform tasks on its behalf.

This International Standard requires that

- a) those persons whose work could cause significant environmental impact(s) identified by the organization are competent to perform the tasks to which they are assigned,
- b) training needs are identified and actions are taken to ensure the provision of training,
- c) all persons are aware of the organization's environmental policy and environmental management system and the environmental aspects of the organization's activities, products and services that could be affected by their work.

Awareness, knowledge, understanding and competence may be obtained or improved through training, education or work experience.

The organization should require that contractors working on its behalf are able to demonstrate that their employees have the requisite competence and/or appropriate training.

Management should determine the level of experience, competence and training necessary to ensure the capability of personnel, especially those carrying out specialized environmental management functions.

### **A.4.3 Communication**

Internal communication is important to ensure the effective implementation of the environmental management systems. Methods of internal communication may include regular work group meetings, newsletters, bulletin boards and intranet sites.

Organizations should implement a procedure for receiving, documenting and responding to relevant communications from interested parties. This procedure may include a dialogue with interested parties and consideration of their relevant concerns. In some circumstances, responses to interested parties' concerns may include relevant information about the environmental aspects and impacts associated with the organization's operations. These procedures should also address necessary communication with public authorities regarding emergency planning and other relevant issues.



The organization may wish to plan its communication taking into account the decisions made on relevant target groups, the appropriate messages and subjects, and the choice of means.

When considering external communication about environmental aspects, organizations should take into consideration the views and information needs of all interested parties. If the organization decides to communicate externally on its environmental aspects, the organization may establish a procedure to do so. This procedure could change depending on several factors including the type of information to be communicated, the target group and the individual circumstances of the organization. Methods for external communication can include annual reports, newsletters, websites and community meetings.

#### **A.4.4 Documentation**

The level of detail of the documentation should be sufficient to describe the environmental management system and how its parts work together, and to provide direction on where to obtain more detailed information on the operation of specific parts of the environmental management system. This documentation may be integrated with documentation of other systems implemented by the organization. It does not have to be in the form of a manual.

The extent of the environmental management system documentation may differ from one organization to another, depending on

- a) the size and type of organization and its activities, products or services,
- b) the complexity of processes and their interactions, and
- c) the competence of personnel.

Examples of documents include

- statements of policy, objectives and targets,
- information on significant environmental aspects,
- procedures,
- process information,
- organizational charts,
- internal and external standards,
- site emergency plans, and
- records.

Any decision to document procedure(s) should be based on issues such as

- the consequences, including those to the environment, of not doing so,
- the need to demonstrate compliance with legal and with other requirements to which the organization subscribes,
- the need to ensure that the activity is undertaken consistently,
- the advantages of doing so, which can include easier implementation through communication and training, easier maintenance and revision, less risk of ambiguity and deviations, and demonstrability and visibility,
- the requirements of this International Standard.

Documents originally created for purposes other than the environmental management system may be used as part of this system and, if so used, need to be referenced in the system.

#### **A.4.5 Control of documents**

The intent of 4.4.5 is to ensure that organizations create and maintain documents in a manner sufficient to implement the environmental management system. However, the primary focus of organizations should be on effective implementation of the environmental management system and on environmental performance, not on a complex document control system.

#### **A.4.6 Operational control**

An organization should evaluate those of its operations that are associated with its identified significant environmental aspects and ensure that they are conducted in a way that will control or reduce the adverse impacts associated with them, in order to fulfil the requirements of its environmental policy and meet its objectives and targets. This should include all parts of its operations, including maintenance activities.

As this part of the environmental management system provides direction on how to take the system requirements into day-to-day operations, 4.4.6 a) requires the use of documented procedure(s) to control situations where the absence of documented procedures could lead to deviations from the environmental policy and the objectives and targets.

#### **A.4.7 Emergency preparedness and response**

It is the responsibility of each organization to develop emergency preparedness and response procedure(s) that suits its own particular needs. In developing its procedure(s), the organization should include consideration of

- a) the nature of on-site hazards, e.g. flammable liquids, storage tanks and compressed gases, and measures to be taken in the event of spillages or accidental releases,
- b) the most likely type and scale of an emergency situation or accident,
- c) the most appropriate method(s) for responding to an accident or emergency situation,
- d) internal and external communication plans,
- e) the action(s) required to minimize environmental damage,
- f) mitigation and response action(s) to be taken for different types of accident or emergency situation,
- g) the need for a process(es) for post-accident evaluation to establish and implement corrective and preventive actions,
- h) periodic testing of emergency response procedure(s),
- i) training of emergency response personnel,
- j) a list of key personnel and aid agencies, including contact details (e.g. fire department, spillage clean-up services),
- k) evacuation routes and assembly points,
- l) the potential for an emergency situation(s) or accident(s) at a nearby facility (e.g. plant, road, railway line), and
- m) the possibility of mutual assistance from neighbouring organizations.

### **A.5 Checking**

#### **A.5.1 Monitoring and measurement**

The operations of an organization can have a variety of characteristics. For example, characteristics related to monitoring and measurement of wastewater discharge may include biological and chemical oxygen demand, temperature and acidity.



Data collected from monitoring and measurement can be analysed to identify patterns and obtain information. Knowledge gained from this information can be used to implement corrective and preventive action.

Key characteristics are those that the organization needs to consider to determine how it is managing its significant environmental aspects, achieving objectives and targets, and improving environmental performance.

When necessary to ensure valid results, measuring equipment should be calibrated or verified at specified intervals, or prior to use, against measurement standards traceable to international or national measurement standards. If no such standards exist, the basis used for calibration should be recorded.

#### **A.5.2 Evaluation of compliance**

The organization should be able to demonstrate that it has evaluated compliance with the legal requirements identified, including applicable permits or licences.

The organization should be able to demonstrate that it has evaluated compliance with the other identified requirements to which it has subscribed.

#### **A.5.3 Nonconformity, corrective action and preventive action**

Depending on the nature of the nonconformity, by establishing procedures to deal with these requirements, organizations may be able to accomplish them with a minimum of formal planning, or it may be a more complex and long-term activity. Any documentation should be appropriate to the level of action.

#### **A.5.4 Control of records**

Environmental records can include, among others,

- a) complaint records,
- b) training records,
- c) process monitoring records,
- d) inspection, maintenance and calibration records,
- e) pertinent contractor and supplier records,
- f) incident reports,
- g) records of tests for emergency preparedness,
- h) audit results,
- i) management review results,
- j) external communications decision,
- k) records of applicable legal requirements,
- l) records of significant environmental aspects,
- m) records of environmental meetings,
- n) environmental performance information,
- o) legal compliance records, and
- p) communications with interested parties.

Proper account should be taken of confidential information.

NOTE Records are not the sole source of evidence to demonstrate conformity to this International Standard.

#### **A.5.5 Internal audit**

Internal audits of an environmental management system can be performed by personnel from within the organization or by external persons selected by the organization, working on its behalf. In either case, the persons conducting the audit should be competent and in a position to do so impartially and objectively. In smaller organizations, auditor independence can be demonstrated by an auditor being free from responsibility for the activity being audited.

NOTE 1 If an organization wishes to combine audits of its environmental management system with environmental compliance audits, the intent and scope of each should be clearly defined. Environmental compliance audits are not covered by this International Standard.

NOTE 2 Guidance on auditing of environmental management systems is given in ISO 19011.

#### **A.6 Management review**

The management review should cover the scope of the environmental management system, although not all elements of the environmental management system need to be reviewed at once and the review process may take place over a period of time.

## Annex B (informative)

### Correspondence between ISO 14001:2004 and ISO 9001:2000

Table B.1 and Table B.2 identify broad technical correspondences between ISO 14001:2004 and ISO 9001:2000 and *vice versa*.

The objective of the comparison is to demonstrate that both systems can be used together for those organizations that already operate one of these International Standards and wish to operate both.

A direct correspondence between subclauses of the two International Standards has only been established if the two subclauses are largely congruent in requirements. Beyond that, many detailed cross-connections of minor relevance exist which could not be shown here.

**Table B.1 — Correspondence between ISO 14001:2004 and ISO 9001:2000**

ISO 14001:2004		ISO 9001:2000	
Environmental management system requirements (title only)	4	4	Quality management system (title only)
General requirements	4.1	4.1	General requirements
Environmental policy	4.2	5.1 5.3 8.5.1	Management commitment Quality policy Continual improvement
Planning (title only)	4.3	5.4	Planning (title only)
Environmental aspects	4.3.1	5.2 7.2.1 7.2.2	Customer focus Determination of requirements related to the product Review of requirements related to the product
Legal and other requirements	4.3.2	5.2 7.2.1	Customer focus Determination of requirements related to the product
Objectives, targets and programme(s)	4.3.3	5.4.1 5.4.2 8.5.1	Quality objectives Quality management system planning Continual improvement
Implementation and operation (title only)	4.4	7	Product realization (title only)
Resources, roles, responsibility and authority	4.4.1	5.1 5.5.1 5.5.2 6.1 6.3	Management commitment Responsibility and authority Management representative Provision of resources Infrastructure
Competence, training and awareness	4.4.2	6.2.1 6.2.2	(Human resources) General Competence, awareness and training
Communication	4.4.3	5.5.3 7.2.3	Internal communication Customer communication
Documentation	4.4.4	4.2.1	(Documentation requirements) General
Control of documents	4.4.5	4.2.3	Control of documents



Table B.1 — Correspondence between ISO 14001:2004 and ISO 9001:2000 (continued)

ISO 14001:2004		ISO 9001:2000	
Operational control	4.4.6	7.1	Planning of product realization
		7.2.1	Determination of requirements related to the product
		7.2.2	Review of requirements related to the product
		7.3.1	Design and development planning
		7.3.2	Design and development inputs
		7.3.3	Design and development outputs
		7.3.4	Design and development review
		7.3.5	Design and development verification
		7.3.6	Design and development validation
		7.3.7	Control of design and development changes
		7.4.1	Purchasing process
		7.4.2	Purchasing information
		7.4.3	Verification of purchased product
		7.5.1	Control of production and service provision
		7.5.2	Validation of processes for production and service provision
		7.5.5	Preservation of product
Emergency preparedness and response	4.4.7	8.3	Control of nonconforming product
Checking (title only)	4.5	8	Measurement, analysis and improvement (title only)
Monitoring and measurement	4.5.1	7.6	Control of monitoring and measuring devices
		8.1	(measurement, analysis and improvement) General
		8.2.3	Monitoring and measurement of processes
		8.2.4	Monitoring and measurement of product
Evaluation of compliance	4.5.2	8.4	Analysis of data
		8.2.3	Monitoring and measurement of processes
Nonconformity, corrective action and preventive action	4.5.3	8.2.4	Monitoring and measurement of product
		8.3	Control of nonconforming product
		8.4	Analysis of data
		8.5.2	Corrective action
Control of records	4.5.4	8.5.3	Preventive action
		4.2.4	Control of records
Internal audit	4.5.5	8.2.2	Internal audit
Management review	4.6	5.1	Management commitment
		5.6	Management review (title only)
		5.6.1	General
		5.6.2	Review input
		5.6.3	Review output
		8.5.1	Continual improvement

Table B.2 — Correspondence between ISO 9001:2000 and ISO 14001:2004

ISO 9001:2000		ISO 14001:2004	
Quality management system (title only)	4	4	Environmental management system requirements
General requirements	4.1	4.1	General requirements
Documentation requirements (title only)	4.2		
General	4.2.1	4.4.4	Documentation
Quality manual	4.2.2		
Control of documents	4.2.3	4.4.5	Control of documents
Control of records	4.2.4	4.5.4	Control of records
Management responsibility (title only)	5		
Management commitment	5.1	4.2 4.4.1	Environmental policy Resources, roles, responsibility and authority
Customer focus	5.2	4.3.1 4.3.2 4.6	Environmental aspects Legal and other requirements Management review
Quality policy	5.3	4.2	Environmental policy
Planning (title only)	5.4	4.3	Planning
Quality objectives	5.4.1	4.3.3	Objectives, targets and programme(s)
Quality management system planning	5.4.2	4.3.3	Objectives, targets and programme(s)
Responsibility, authority and communication (title only)	5.5		
Responsibility and authority	5.5.1	4.4.1	Resources, roles, responsibility and authority
Management representative	5.5.2	4.4.1	Resources, roles, responsibility and authority
Internal communication	5.5.3	4.4.3	Communication
Management review (title only)	5.6		
General	5.6.1	4.6	Management review
Review input	5.6.2	4.6	Management review
Review output	5.6.3	4.6	Management review
Resource management (title only)	6		
Provision of resources	6.1	4.4.1	Resources, roles, responsibility and authority
Human resources (title only)	6.2		
General	6.2.1	4.4.2	Competence, training and awareness
Competence, awareness and training	6.2.2	4.4.2	Competence, training and awareness
Infrastructure	6.3	4.4.1	Resources, roles, responsibility and authority
Work environment	6.4		
Product realization (title only)	7	4.4	Implementation and operation
Planning of product realization	7.1	4.4.6	Operational control
Customer-related processes (title only)	7.2		
Determination of requirements related to the product	7.2.1	4.3.1 4.3.2 4.4.6	Environmental aspects Legal and other requirements Operational control
Review of requirements related to the product	7.2.2	4.3.1 4.4.6	Environmental aspects Operational control
Customer communication	7.2.3	4.4.3	Communication



Table B.2 — Correspondence between ISO 9001:2000 and ISO 14001:2004 (continued)

ISO 9001:2000		ISO 14001:2004	
Design and development (title only)	7.3		
Design and development planning	7.3.1	4.4.6	Operational control
Design and development inputs	7.3.2	4.4.6	Operational control
Design and development outputs	7.3.3	4.4.6	Operational control
Design and development review	7.3.4	4.4.6	Operational control
Design and development verification	7.3.5	4.4.6	Operational control
Design and development validation	7.3.6	4.4.6	Operational control
Control of design and development changes	7.3.7	4.4.6	Operational control
Purchasing (title only)	7.4		
Purchasing process	7.4.1	4.4.6	Operational control
Purchasing information	7.4.2	4.4.6	Operational control
Verification of purchased product	7.4.3	4.4.6	Operational control
Production and service provision (title only)	7.5		
Control of production and service provision	7.5.1	4.4.6	Operational control
Validation of processes for production and service provision	7.5.2	4.4.6	Operational control
Identification and traceability	7.5.3		
Customer property	7.5.4		
Preservation of product	7.5.5	4.4.6	Operational control
Control of monitoring and measuring devices	7.6	4.5.1	Monitoring and measurement
Measurement, analysis and improvement (title only)	8	4.5	Checking
General	8.1	4.5.1	Monitoring and measurement
Monitoring and measurement (title only)	8.2		
Customer satisfaction	8.2.1		
Internal audit	8.2.2	4.5.5	Internal audit
Monitoring and measurement of processes	8.2.3	4.5.1 4.5.2	Monitoring and measurement Evaluation of compliance
Monitoring and measurement of product	8.2.4	4.5.1 4.5.2	Monitoring and measurement Evaluation of compliance
Control of nonconforming product	8.3	4.4.7 4.5.3	Emergency preparedness and response Nonconformity, corrective action and preventive action
Analysis of data	8.4	4.5.1	Monitoring and measurement
Improvement (title only)	8.5		
Continual improvement	8.5.1	4.2 4.3.3 4.6	Environmental policy Objectives, targets and programme(s) Management review
Corrective action	8.5.2	4.5.3	Nonconformity, corrective action and preventive action
Preventive action	8.5.3	4.5.3	Nonconformity, corrective action and preventive action



## Bibliography

- [1] ISO 9000:2000, *Quality management systems — Fundamentals and vocabulary*
- [2] ISO 9001:2000, *Quality management systems — Requirements*
- [3] ISO 14004:2004, *Environmental management systems — General guidelines on principles, systems and support techniques*
- [4] ISO 19011:2002, *Guidelines for quality and/or environmental management systems auditing*



# BIJLAGE 5 - Integratie en raakvlakken ISO 9001, ISO 14001 en ISO 17025

ISO 9001:2000	ISO 14001:2004	ISO 17025:2005
Hoofdstuk 1: Onderwerp en toepassingsgebied	Hoofdstuk 1: Onderwerp en toepassingsgebied	Hoofdstuk 1: Onderwerp en toepassingsgebied
Hoofdstuk 2: Normatieve verwijzingen	Hoofdstuk 2: Normatieve verwijzingen	Hoofdstuk 2: Normatieve verwijzingen
Hoofdstuk 3: Termen en definities	Hoofdstuk 3: Termen en definities	Hoofdstuk 3: Termen en definities
4. Kwaliteitsmanagementsysteem	4. Milieumanagementsysteemseisen	4. Eisen aan het management
4.1 Algemene eisen	4.1 Algemene eisen	4.1 Eisen organisatie
4.2.1 Documentatie-eisen (algemeen)	4.4.1. Documentatie	4.2.2 Managementsysteem 4.3.1 Documentatie
4.2.2 Kwaliteitshandboek		4.2.2, 4.2.5 Ondersteunende procedures en structuur systeem
4.2.3 Beheersing van documentatie	4.4.5 Beheersing van documentatie	4.3 Beheersing van documentatie
4.2.4 Beheersing van registraties	4.5.4 Beheersing van registraties	4.13 Beheersing van registraties
5.1 Betrokkenheid van de directie	4.2 Milieubeleid, 4.4.1 Middelen, taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden.	4.2.2 Managementsysteem: beleid en doelstellingen, betrokkenheid v.d. directie
5.2 Klantgerichtheid	4.3.1. Milieuaspecten, 4.3.2. Wettelijke en andere eisen, 4.6. Directiebeoordeling	4.4.1 Klant- en andere eisen
5.3 Kwaliteitsbeleid	4.2 Milieubeleid	4.2.2 Managementsysteem: beleid en doelstellingen, betrokkenheid v.d. directie
5.4 Planning	4.3 Planning	
5.4.1 Kwaliteitsdoelstellingen	4.3.3 Doelstellingen, taakstellingen en programma's	4.2.2 Managementsysteem: beleid en doelstellingen, betrokkenheid v.d. directie
5.4.2 Planning van het kwaliteitssysteem	4.3.3 Doelstellingen, taakstellingen en programma's	4.2.1 Managementsysteem: beleid, documentatie, procedures.
5.5.1 Verantwoordelijkheden en bevoegdheden	4.4.1 Middelen, taakverdeling, verantwoordelijkheid en bevoegdheid	4.1.5 a), f), h) Verantwoordelijkheden en bevoegdheden
5.5.2 Directievertegenwoordiger	4.4.1 Middelen, taakverdeling, verantwoordelijkheid en bevoegdheid	4.1.5 i) aanstellen van een directievertegenwoordiger / kwaliteitsmanager
5.5.3 Interne communicatie	4.4.3 Communicatie	4.1.6 Communicatie
5.6.1 Directiebeoordeling - algemeen	4.6. Directiebeoordeling	4.15 Directiebeoordeling
5.6.2 Input voor directiebeoordeling	4.6. Directiebeoordeling	4.15 Directiebeoordeling
5.6.3 Output voor directiebeoordeling	4.6. Directiebeoordeling	4.15 Directiebeoordeling
6.1 Beschikbaar stellen van middelen	4.4.1 Middelen, taakverdeling, verantwoordelijkheid en bevoegdheid	4.1.5 a), h), Verantwoordelijkheden / bevoegdheden
6.2.1 Personeel: algemeen	4.4.2 Bekwaamheid, training en bewustzijn	4.10 Verbetering
6.2.2 Bekwaamheid, training en bewustzijn	4.4.2 Bekwaamheid, training en bewustzijn	5.2.1 Opleiding en training
6.3 Infrastructuur	4.4.1 Middelen, taakverdeling, verantwoordelijkheid en bevoegdheid	5.2.2, 5.5.3 Opleiding en training
6.4 Werkomgeving		4.1.3, Infrastructuur en faciliteiten 5.3 Infrastructuur en werkomgeving
		5.3 Infrastructuur en werkomgeving

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

# BIJLAGE 5 - Integratie en raakvlakken ISO 9001, ISO 14001 en ISO 17025

7 Realiseren van het product	4.4 Implementatie en uitvoering	5. Technische eisen
7.1 Planning van het realiseren van het product	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	4.4.1, Contractbeoordeling 5.4 Test, validatie en calibratiemethoden
7.2.1 Bepaling van producteisen	4.3.1 Milieuaspecten 4.3.2 Wettelijke en andere eisen 4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	4.4.1, Contractbeoordeling 5.4 Test, validatie en calibratiemethoden
7.2.2 Beoordeling van producteisen	4.3.1 Milieuaspecten 4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	4.4.1, Contractbeoordeling 5.4 Test, validatie en calibratiemethoden
7.2.3 Communicatie met de klant	4.4.3 Communicatie	4.4.2 Klanteisen 4.4.4 Klantencommunicatie, 4.5 Subcontracting 4.7 Klantgerichtheid, 4.8 Klachten
7.3 Ontwerp en ontwikkeling	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	5.4 Test-, validatie- en calibratiemethoden, 5.9 Kwaliteitsborging van resultaten
7.4.1 Inkoopproces	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	4.6. Inkoop en leveranciers
7.4.2 Inkoopgegevens	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	4.6. Inkoop en leveranciers
7.4.3 Verificatie van het ingekochte product	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	4.6. Inkoop en leveranciers
7.5.1 Beheersing van het product en leveren van diensten	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	5.1 Technische eisen, 5.4 Test-, validatie- en calibratiemethoden, 5.5 Apparatuur, 5.6 Herleidbaarheid van metingen, 5.7 Bemonstering
7.5.2 Geldigverklaring van processen voor productie en het leveren van diensten.	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	5.2.5 Authorisatie van resultaten, 5.4.2 Selectie van methoden, 5.4.5 Validatie van methoden, 5.4.7.2 Validatie van software, 5.5.2 Validatie en calibratie van apparatuur
7.5.3 Identificatie en naspeurbaarheid		5.8.2 Identificatie en behandeling van test materiaal
7.5.4 Eigendom van de klant		5.8 Behandeling van test- en calibratiemateriaal
7.5.5 Instandhouding van het product	4.4.6 Beheersing van werkzaamheden	4.6.1 Selectie van inkoop, 4.12 Preventieve maatregelen, 5.8 Behandeling van test- en calibratiemateriaal, 5.10 Rapportering van resultaten
7.6 Beheersing van bewakings- en meetapparatuur	4.5.1. Monitoring en meting	5.4.7.2 Databeheersing, 5.5 Apparatuur, 5.6 Herleidbaarheid van metingen
8. Meting, analyse en verbetering	4.5 Controle	4.10 Verbetering
8.1 Algemeen: meting, analyse en verbetering	4.5.1. Monitoring en meting	4.10 Verbetering, 4.12 Preventieve maatregelen, 4.14 Interne Audits, 5.4 Test-, validatie- en calibratiemethoden, 5.9 Kwaliteitsborging van resultaten
8.2.1 Klanttevredenheid		4.7.2 Klanttevredenheid
8.2.2 Interne audit	4.5.5 Interne audit	4.11.5 Bijkomende audits, 4.14 Interne audits
8.2.3 Bewaking en meting van processen	4.5.1. Monitoring en meting, 4.5.2 Evaluatie van de naleving	4.11 Corrigerende maatregelen, 4.14 Interne audits, 5.9 Kwaliteitsborging van resultaten

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 5 - Integratie en raakvlakken ISO 9001, ISO 14001 en ISO 17025

8.2.4 Bewaking en meting van producten	4.5.1. Monitoring en meting, 4.5.2 Evaluatie van de naleving	4.6 Inkoop en leveranciers, 4.9 Controle op niet-conforme test- of calibratieresultaten, 5.5.2 Eisen voor opleiding en training, 5.5.9 Extern onderhoud van apparatuur, 5.9 Kwaliteitsborging van resultaten
8.3 Beheersing van afwijkende producten	4.4.7 Voorbereid zijn en reageren op noodsituaties, 4.5.3 Afwijking, corrigerende en preventieve maatregelen	4.9 Controle op niet conforme test- en calibratieresultaten, 5.10.9 Wijzigingen aan testrapporten en certificaten
8.4 Analyse van gegevens	4.5.1. Monitoring en meting	4.12 Preventieve maatregelen, 5.9 Kwaliteitsborging van resultaten
8.5.1 Continue verbetering	4.2 Milieubeleid, 4.3.3 Doelstellingen, taakstellingen en programma's, 4.6 Directiebeoordelingen	4.10 Verbetering
8.5.2 Corrigerende maatregelen	4.5.3 Afwijking, corrigerende en preventieve maatregelen	4.11 Corrigerende maatregelen
8.5.3 Preventieve maatregelen	4.5.3 Afwijking, corrigerende en preventieve maatregelen	4.12 Preventieve maatregelen

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

### 1. Alternatieve extractiemethoden voor vaste monstermatrices

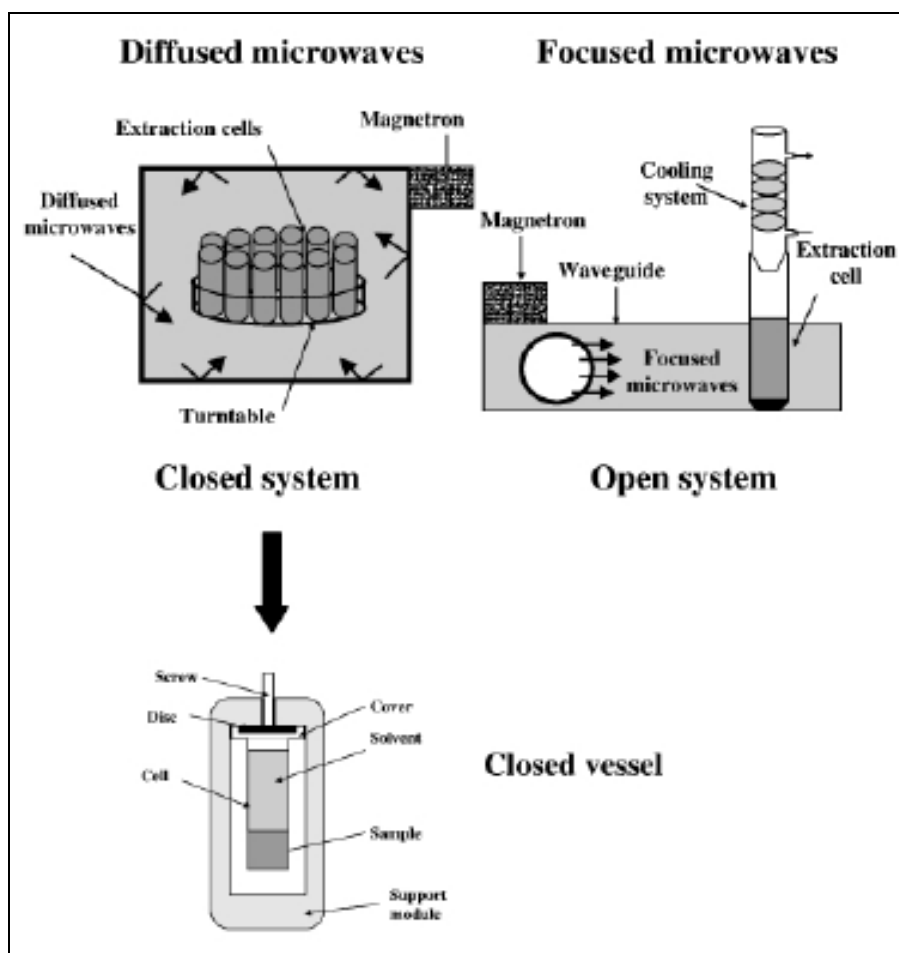
#### 1.1. Microwave-assisted extraction of MAE

Het reduceren van de hoeveelheid solvent tijdens de extractiestap kan plaatsvinden door het toepassen van microgolven. ‘Microwave-assisted extraction’ of MAE is een techniek die gebruik maakt van industriële magnetrons. Zo kan solvent en energie bespaart worden in vergelijking met conventionele Soxhlet-extractie, waar het monstermateriaal en het solvent langdurig worden verhit (Armenta, 2008).

Het principe van MAE berust op de energieoverdracht door microgolven op de te extraheren moleculen. De MAE kan worden uitgevoerd bij verhoogde druk in gesloten extractievaten of onder atmosferische condities (Tobiszewski, 2009).

De belangrijkste voordelen van MAE zijn:

- een korte extractietijd;
- er is minder monstermateriaal nodig;
- er is minder energie vereist waardoor er verminderde kosten zijn;
- verhoogde veiligheid door het vermijden van brandbare solventen.



Figuur 6.1: Microwave-assisted extraction of MAE (Camel, 2001)

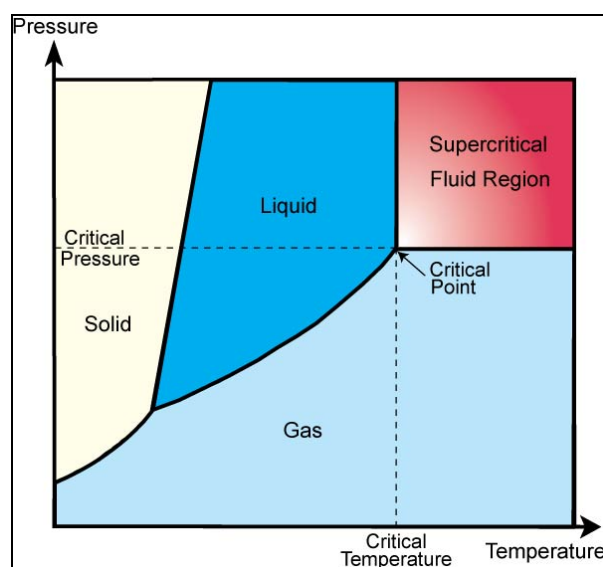
### 1.2. Ultrasound assisted extraction (UAE)

De energie, veroorzaakt door ultrasone golven in oplossingen van solvent, veroorzaakt akoestische cavitatie. Hierdoor ontstaan bellen die bij het uiteenvallen plaatselijk een temperatuurs- en drukgradient veroorzaken. Deze lokale ‘hot spots’ induceren de extractie van analyten uit het monstermateriaal. Bij deze techniek is solvent nodig (Tobiszewski, 2009).

### 1.3. Supercritical fluid extraction of SFE

Een andere solvent-arme techniek is ‘supercritical fluid extraction’ of SFE.

Het is een techniek waarbij een superkritische gas zoals CO<sub>2</sub> voor extractie van de te analyseren componenten zorgt. Superkritisch CO<sub>2</sub> bevindt zich boven zijn kritische fase. Dat betekent dat het onderscheid tussen de aggregatietoestanden ‘vloeibaar’ en ‘gasvormig’ verdwenen is (figuur 6.1.2). Het gas kan boven zijn kritische punt worden gebracht door verhoging van de druk en de temperatuur. Hierdoor wordt het extraherend vermogen aanzienlijk verhoogd (Smith, 2003).

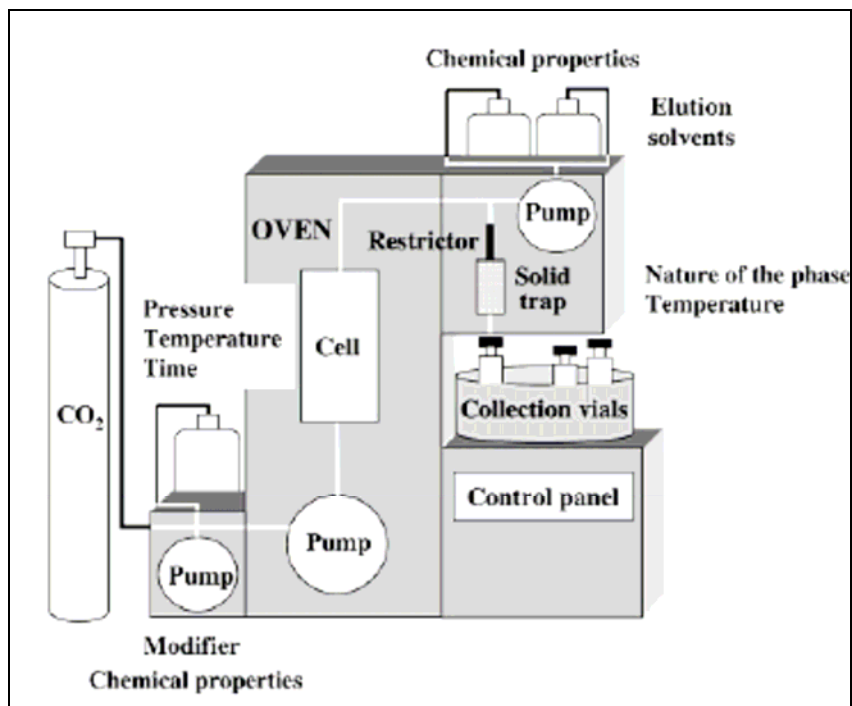


**Figuur 6.2: Fase diagram met superkritische zone (Armenta, 2008)**

Een belangrijk voordeel bij het gebruik van CO<sub>2</sub> is dat het milieuvriendelijk en goedkoop is. Ook is CO<sub>2</sub> niet-toxisch, kan er een grote zuiverheid van het gas bereikt worden en is het in staat om een groot gebied aan organische moleculen op te lossen (Tobiszewski, 2009).

Bijkomende voordelen van het gebruik van superkritische vloeistoffen of gassen is:

- het behalen van hoge concentraties is mogelijk;
- het is een snelle techniek;
- relatieve eenvoud;
- selectieve techniek
- automatisering in het analyseproces is mogelijk.



Figuur 6.3: Supercritical Fluid Extraction of SFE (Camel, 2001)

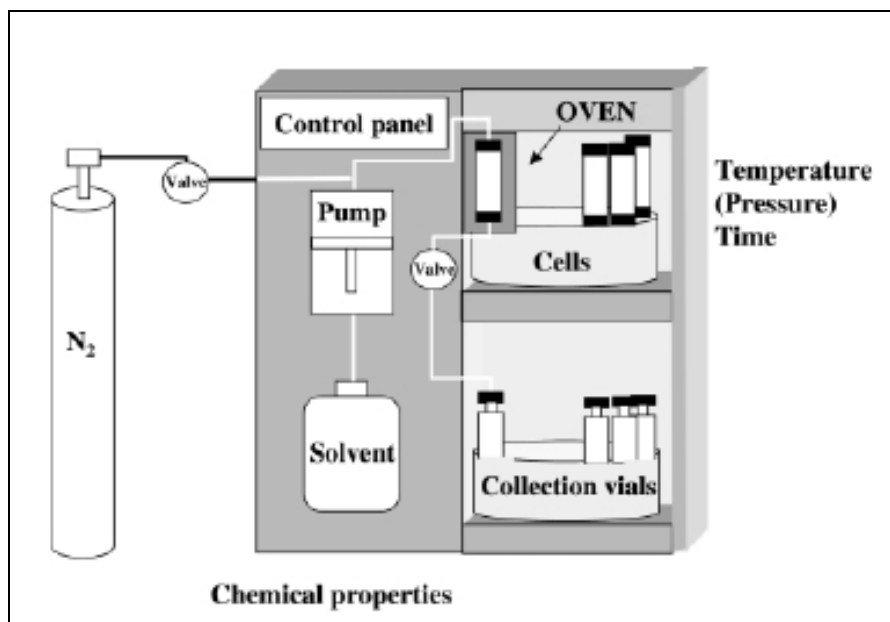


### 1.4. Pressurized fluid extraction of PFE (ook nog Pressurized liquid extraction of PLE genoemd)

Een andere techniek die solvent bespaart, is 'pressurized fluid extraction' of PFE. Deze techniek is vergelijkbaar met de klassieke Soxhlet-extractie, met dat verschil dat de gebruikte solventen worden gebruikt bij verhoogde druk en temperatuur. Een toepassing van deze techniek is de 'pressurized hot water extraction'. Hierbij wordt water bij een druk van 218 atm op een temperatuur van 374°C gebracht. Daardoor wordt de extractie van niet-polaire koolwaterstoffen bevorderd.

Voordelen van deze techniek zijn (Tobiszewski, 2009):

- reductie in energieverbruik door de verkorte extractietijd;
- significante vermindering van de hoeveelheid gebruikt solvent;
- kortere analysetermijnen



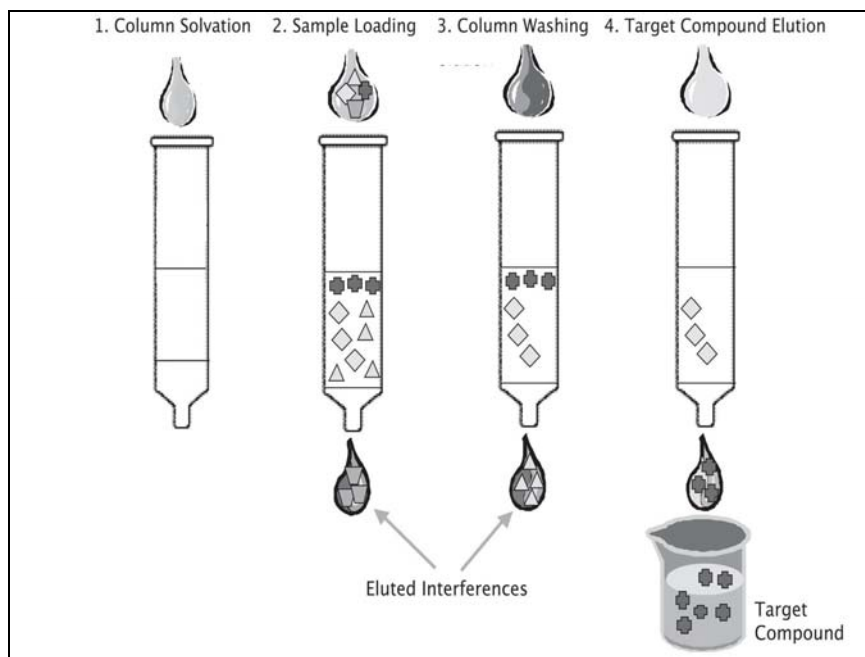
**Figuur 6.4: Pressurized Fluid Extraction of PFE (Camel, 2001)**

### 2. Alternatieve extractiemethoden voor vloeibare monstermatrices

#### 2.1. Solid phase extraction of SPE

SPE is een veelgebruikte techniek om componenten uit watermonsters te isoleren. De componenten worden verdeeld tussen een vast fase (vast absorptiemiddel) en een waterige fase. De analyten worden selectief gevangen in één van beide fasen.

De vaste fase bestaat uit silicagel, die zich in een kolom bevindt. Na de scheiding worden de analyten afzonderlijk van de kolom gehaald en gemeten (Tobiszewski, 2009).



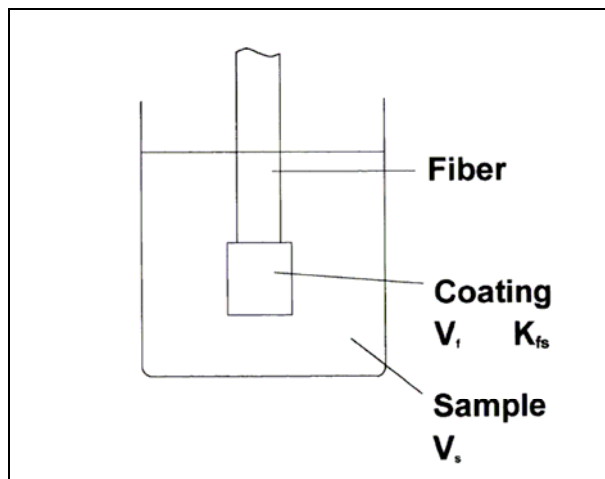
**Figuur 6.5: Solid Phase Extraction of SPE (Biotage, 2010)**

#### 2.2. Solid phase microextraction of SPME

Hierbij wordt de te analyseren component rechtstreeks uit de monsters geëxtraheerd én geïnjecteerd in het analyseapparaat. De extractie vindt plaats door middel van een silicavezel, die een coating bevat met een dun laagje vloeibaar polymeer. Dit laagje polymeer extraheert de componenten uit het monster.

De voordelen van deze techniek zijn dat er geen solvent nodig is om de componenten van de silicavezel af te halen.

Ook kan de vezel verschillende malen opnieuw gebruikt worden (Smith, 2003).



**Figuur 6.6:** Solid Phase Microextraction of SPME (Pawliszyn, 1997a).

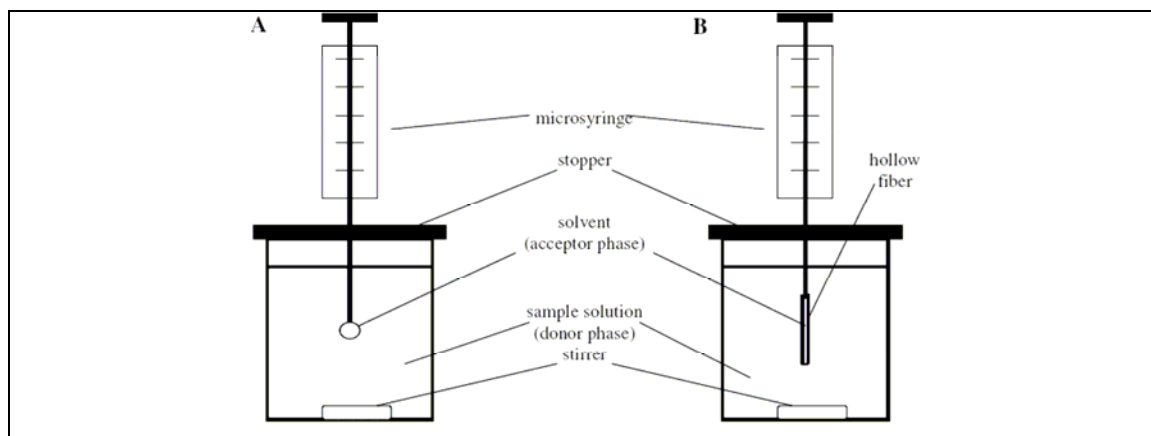
### 2.3. Liquid phase microextraction of LPME

Bij LPME wordt solvent aangebracht in een holle vezel. In de poriën van de vezel bevindt zich de organische fase. De analyten uit het opgeloste monstermateriaal komen in de organische fase terecht doordat ze doorheen de vezel worden gestuurd en er vervolgens uitwisseling plaatsvindt. De hoeveelheid solvent in de vezel is erg laag: tot 25  $\mu\text{l}$ , hetgeen een voordeel is (Tobiszewski, 2009).

### 2.4. Single-drop microextraction of SDME

Bij SDME wordt een uiterste kleine hoeveelheid organisch solvent gebruikt (enkele  $\mu\text{l}$ ). De druppel solvent wordt aan de tip van injectienaald geplaatst gedurende de extractietijd. Bij 'direct SDME' wordt the solventdruppel ondergedompeld in de monstervloeistof. Bij 'head space SDME' wordt de druppel in de ruimte boven de monstervloeistof geplaatst. De te analyseren componenten worden door de solventdruppel opgenomen en na de gewenste extractietijd terug in de injectienaald getrokken (Smith, 2003).

Vervolgens wordt de hoeveelheid solvent via de injectienaald rechtstreeks in de gaschromatograaf ingespoten.

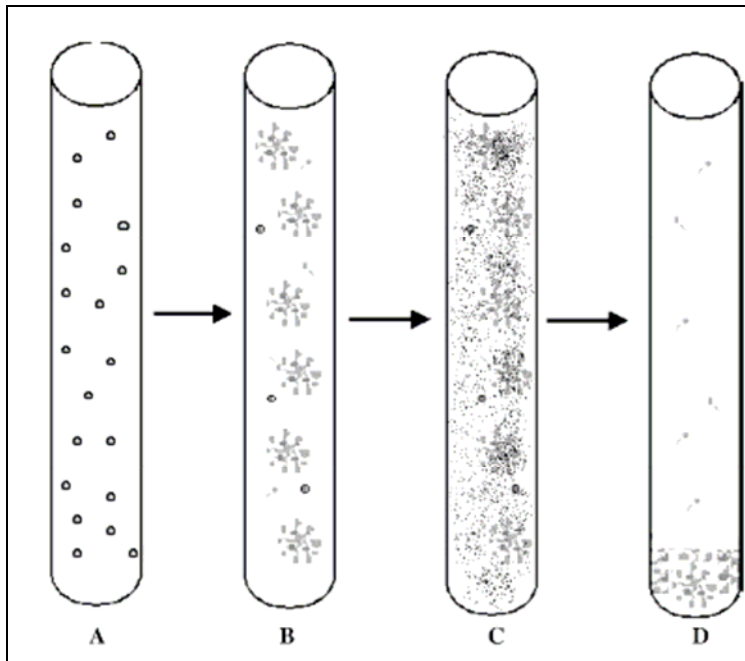


**Figuur 6.7:** Single drop Microextraction of SDME (A) en Liquid Phase Microextraction (B) (Tobiszewski, 2009)

### 2.5. Cloud point extraction of CPE

Bij CPE worden voornamelijk anorganische of organische metaalionen uit waterig milieu geëxtraheerd. Een surfactant (oppervlakactieve stof) wordt gebruikt als extractiemiddel. Bij een bepaalde temperatuur en druk, of na het toevoegen van een reagens, wordt het surfactant troebel: het 'cloud point' is dan bereikt. Daarbij worden micellen van het surfactant gevormd, waarin de te analyseren componenten ingesloten zitten.

De voordelen van deze methode zijn te situeren in de eigenschappen van het surfactant: dit is niet vluchtig of ontvlambaar, niet giftig en bijgevolg veilig in gebruik (Silva, 2006).



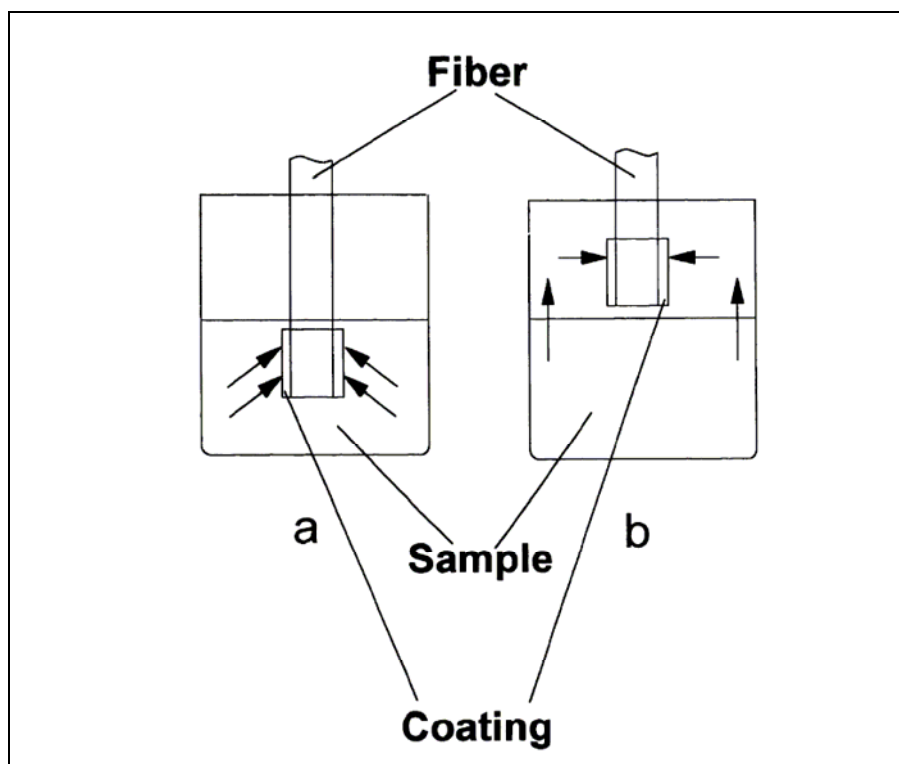
**Figuur 6.8: Cloud Point Extraction of CPE: A tot B: oplossen van het analyt in de micellen; C: 'clouding' en D: scheiding van beide fasen (Silva, 2006)**

### 3. Alternatieve extractiemethoden voor gasvorming monstermatrices

#### 3.1. Head space analysis

Deze techniek wordt gebruikt bij monsters, waar zich een gasfase bevindt boven de vaste matrix. De gasfase wordt verrijkt met vluchtige componenten uit de monstermatrix, door het monster te verwarmen. Het gas kan vervolgens rechtstreeks worden geïnjecteerd in de analyseapparatuur en worden geanalyseerd.

Head space analysis is een techniek die niet alleen behoort tot de alternatieve extractiemethoden. Het is een techniek die tevens wordt toegepast om vluchtige componenten te injecteren in de gaschromatografen. Head space analysis is wel opgenomen in deze paragraaf omdat het in combinatie met SPME kan worden aangewend (Pawliszyn, 1997a).



**Figuur 6.9: Head Space analysis toegepast bij SPME: directe extractie (A) en head space (B) (Pawliszyn, 1997a).**

### 4. Technische maatregelen: alternatieven voor chemicaliën tijdens het analyseproces:

Een tweede mogelijkheid om technische maatregelen te introduceren is tijdens de meetfase van het analyseproces.

Hierbij zijn volgende opties mogelijk:

#### 4.1. miniaturized analytical systems

Onder de noemer ‘miniaturized analytical systems’ wordt de trend van de meer compacte en kleinere analyseapparatuur verstaan. Kleinere analytische apparatuur verkleint ook de hoeveelheid reagentia, monstervolumes en analysetijden. De term ‘micro total analysis system’ of ‘ $\mu$ TAS’ wordt ook gebruikt om dit soort systemen te benoemen. Met een compacter systeem kan de analyseapparatuur ook dichterbij de plaats van bemonstering worden gebracht, hoewel dit argument bij een laboratorium als TLR van minder belang is. Voorbeelden van het compacter maken van analyseapparatuur is goed merkbaar in de chromatografie. Capillaire kolommen voor gaschromatografie of microkolommen voor vloeistofchromatografie zijn nu courant geworden. Naast de voordelen van minder chemicaliëngebruik en kleinere monstervolumes heeft de ontwikkeling van deze microsystemen ook geleid tot verbeterde scheiding en hogere gevoeligheid (Tobiszewski, 2009).

#### 4.2. combinatie van monstervoorbewerking en extractie

Een tweede manier om in te grijpen in het analyseproces en zo de verschillende stappen in de monstervoorbereiding terug te dringen, is het combineren van de monstervoorbewerking en de extractiestap (Smith, 2003). Ook het koppelen van extractie en clean-up van het monster aan de eigenlijke scheiding in de chromatografie-apparatuur behoren tot de mogelijkheden. TLR past dit principe toe door het koppelen van kolommen. Deze vorm van multi-dimensionele chromatografie kan worden beschouwd als monstervoorbereiding, waarbij de ene kolom wordt gebruikt voor het prepareren van analyt voor de tweede kolom. Voor pesticidenanalyses gebruikt TLR de combinatie GPC-LC-LVI-GCMS.

#### 4.3. verhoging van de selectiviteit van de methode

In de methoden, beschreven in paragraaf 9.4.2, wordt de scheiding van de te analyseren componenten gerealiseerd op basis van hun verschil in fysische eigenschappen zoals oplosbaarheid of vluchtigheid. Een andere manier, die verdergaat dan louter de fysische eigenschappen, is het verschil in moleculaire structuur en de interactie daardoor met een vaste fase. Affiniteitchromatografie is hier een goed voorbeeld van. Deze techniek gebruikt de specifieke interacties tussen analyten en een biologische component (bvb een antilichaam) om de scheiding te verwezelijken.

#### 4.4. derivatisering van het analyt

In bepaalde gevallen zal de extractie onvoldoende zijn om het analyt uit de monstermatrix te halen. Derivatiseren van het analyt kan dan een oplossing bieden. Hierbij wordt door middel van een chemische reactie het analyt gekoppeld aan een ander molecuul, wat het beter detecteerbaar maakt. Derivatiseren kan eveneens dienen om het analyt beter extraheerbaar te maken of om de thermische stabiliteit te verhogen. TLR gebruikt deze techniek voor de analyse van bepaalde mycotoxines.

### 4.5. verbetering van het detectieproces

Een andere invalshoek om de mate van monstervoorbewerking te verminderen, is er voor te zorgen dat het detectieproces, na de scheiding, gevoelig verbetert.

Dit kan door het toepassen van geavanceerde detectietechnieken zoals massaspectrometrie (MS). Zowel GC-MS als LC-MSMS wordt door TLR toegepast. Hierbij worden ionen, behorend bij het analyt selectief gescheiden van ionen, afkomstig van de monstermatrix waardoor de achtergrondruis beperkt wordt. Hierdoor wordt een verbetering van de detectie bekomen.

**a. Vergelijking Jufferstraat en Bankwerkerstraat****Vergelijking van de lokaties Jufferstraat en Bankwerkerstraat**

	Jufferstraat (2006)	Bankwerkerstraat (2009)
Bouwjaar pand	1978	1985
Inhoud pand (m <sup>3</sup> )	6190	7670
Oppervlakte totale pand (m <sup>2</sup> )	2433	1380
Oppervlakte kantoren (m <sup>2</sup> )	1831	200
Benutte laboratoriumoppervlakte (m <sup>2</sup> )	602	1180

**b. Inventarisatie werktijden**

	Afdeling	Uren	
		uren / dag	uren / jaar
Verlichting	Alle afdelingen	8	2080
Ventilatie	Alle afdelingen	17	4420
Koelen	Alle afdelingen	24	8760
Drogen / verhitten	Weender en Anorganisch	4	1040
Analyseapparatuur	Alle afdelingen	10	2600

**c. Logboek water, gas en elektriciteit Bankwerkerstraat****Logboek water , gas en elektriciteit**

datum	water (m3)	elektriciteit (mWh)	gas (m3)
4/01/2009	2621,565	270,94	115630
23/01/2009	2663,745	287,28	120575
23/02/2009	2801,234	322,13	124020
12/5/2009	3146,675	422,56	132147
3-6-2009	3229,673	459,62	135190
5/07/2009	3293,563	499,34	138321
2-9-2009	3406,548	585,89	144189
5/10/2009	3502,407	639,26	146704
2/11/2009	3622,995	671,46	148665
2/12/2009	3751,824	714,77	151501
5/01/2010	3857,333	752,61	158391
<b>Totaal 2009</b>		<b>481,67</b>	<b>42.761</b>



BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
hplc-pomp	ANALYSE	Waters	510	123520	3	01-01-84	organisch	200
hplc-fluorescence detector	ANALYSE	Fluoro Tec			8	01-01-90	organisch	150
centrifuge	ANALYSE	BHG		5810	10	01-01-83	organisch	850
smeltverloopoven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	CAF 704	9/86/1125	13	01-01-86	anorganisch	7000
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	A 200 S	37020297	14	01-01-85	weender	16
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Memmert	Tv15u	55371	28	01-01-83	weender	1500
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Memmert	Tv40u	760259	29	01-01-83	weender	1500
ultrasoonbad	ANALYSE	Decon	FS 100	FS100/2142	37	01-01-85	organisch	200
UV/Vispectrofotometer	ANALYSE	Camspec		20529	41	01-01-86	organisch	110
maalmachine	ANALYSE	Retisch	MM2	64629	49		monsterkamer	100
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	AC 210 S	40100158	80	01-02-93	weender	16
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	PT 600	40110384	93	01-02-93	weender	9
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	AC 210 S	40100196	94	01-09-91	organisch	16
microbalans	ANALYSE	Sartorius	M3P	4007007	95	27-11-90	anorganisch	13
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	U4600P	37090063	96	01-01-82	monsterkamer	8
Digestor	ANALYSE	Tecator	1043 extr.	1776	100	01-01-90	weender	1400
moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF	7/91/1054	102	01-01-91	anorganisch	4500
vacuumstoof	DROGEN / VERHITTEN	Salvis	KVTS 11	317062 031	107	01-01-92	anorganisch	800
elementanalyzer	ANALYSE	Carlo Erba	EA 1108-O	249126	109	13-12-90	anorganisch	750
Camera (smeltverloop)	ANALYSE	Panasonic		2XAO 3614	111	01-01-86	anorganisch	10
waterbad	ANALYSE	Lauda	M3	J09012	112	01-01-90	weender	1100
waterbad	ANALYSE	Lauda	RM6	L06002	114	01-01-89	anorganisch	1200
magnetron	ANALYSE	CEM	MDS 200	Y-4152	119	03-06-93	anorganisch	600
schudapparaat	ANALYSE	Retisch	haver uwl 400	2202362	121	01-01-83	organisch	450
kogelmolen	ANALYSE	Retisch			125	01-01-90	monsterkamer	1000
hgi-kogelmolen	ANALYSE	van Essen			126	01-01-87	monsterkamer	1000
microscop	ANALYSE	Laboval	laboval-4		127	01-01-87	microbiologie	100
Stereomicroscop	ANALYSE	Bausch&Lomb			128	01-01-83	microbiologie	50
Stereomicroscop	ANALYSE	Bausch&Lomb			129	01-01-83	microbiologie	50
zwellingsoven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite		3/88/400	133	01-01-89	anorganisch	2500
buizenoven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	cfm 14/10	10/93/1465	137	01-11-93	anorganisch	3000
Titreerautomaat	ANALYSE	metrohm	702	1E7/281	138	05-04-94	anorganisch	0
schudapparaat	ANALYSE	labotech	RS 500	940423003	139	08-06-94	organisch	350
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Memmert	UM 400	88 5855	140	20-07-94	weender	1400
calorimeter	ANALYSE	parr (l)	1271	211	141			
vacuumpomp	ANALYSE	Leybold	divac 2.4L	2 94 00 109	142	25-07-94	anorganisch	700
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	MF/S/1	11/94/2483	143	18-11-94	weender	300
tintometer	ANALYSE	Lovibond	L322/92E	E4798	146	21-02-95	anorganisch	3900
Digestor	ANALYSE	FOSS Tecator	1002	25256	147	01-11-95	weender	150
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF	5/96/1219	148	19-04-96	weender	1900
Zeefmachine	ANALYSE	Retisch	Vibro	68526	149	21-06-96	weender	4500
maalmachine	ANALYSE	Holmes	501 XL	1439-19	150	01-02-93	monsterkamer	750
Spleetverdeler	ANALYSE	Holmes	15 FXL	RW	151	01-07-96	monsterkamer	1500
Hamermolen	ANALYSE	Holmes	230	1133-3	152	01-07-96	monsterkamer	0
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM1	2249019	153	01-02-96	monsterkamer	1500
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM1	NL	154	01-01-90	monsterkamer	1300
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM1	64098	155	01-01-90	monsterkamer	1300
Zeefmachine	ANALYSE	Gilson	TM-3F	T 1760	156	01-01-90	monsterkamer	1300
Bovenweger	ANALYSE	Sartorius	I 24000 P	37090057	157	01-01-90	monsterkamer	1000
Verdeler	ANALYSE	Sicon	820101	945781	158	01-01-94	monsterkamer	16
							monsterkamer	0

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
Stereomicroscop	ANALYSE	Euromex			160	01-01-90	monsterkamer	10
Stereomicroscop	ANALYSE	Euromex			162	01-01-90	monsterkamer	10
Integrator	ANALYSE	Shimadzu	C-R6A Chromatop	55953 LP	167	01-01-90	organisch	160
Integrator	ANALYSE	Shimadzu	ICR-1B	21765 R	169	01-02-93	organisch	200
Karl Fischer	ANALYSE	Methrom	Karl F. Automat	7/734	172	01-01-85	anorganisch	0
Karl Fischer	ANALYSE	Methrom	Multi Dosimat	dec/99	173	01-01-85	weender	0
Inweegrobot	ANALYSE	Zymark	XP	ZR9424N3999	174	01-09-94	organisch	350
destillatieunit	ANALYSE	Dean & Stark	Petrotest Module M2	2325 14-08-95	175	01-09-95	weender	800
Mixer	ANALYSE	Omni-mixer	17106	1128	176	01-01-90	monsterkamer	600
buret	ANALYSE	SchottGerate	T80/50	414943	177	19-08-93	monsterkamer	0
Calonimeter	ANALYSE	Parr (II)	1271	263	178	10-12-95	anorganisch	690
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	LP4200	70203409	182	13-02-97	monsterkamer	16
planetaire molen	ANALYSE	Fritsch	7.302	1202	183	05-03-97	monsterkamer	2000
Zandbad	DROGEN / VERHITTEN	LHG	ST 82 AL	3680397	184	03-04-97	anorganisch	2500
Koelcel Daniels	KOELEN	Danielse	MAS 120 N		187	01-01-87	monsterkamer	1100
TEMP Validatie	KOELEN	iks/compaq	js6/armada	597362	188	13-08-97	weender	50
Spleetverdeler	ANALYSE	Holmes	50XL		189	19-02-97	monsterkamer	0
vacuumpomp	ANALYSE	Leybold	Divac 2.2 L	1016793	190	10-10-97	weender	200
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	412	191	10-11-97	weender	1550
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 extr. unit	412	192	10-11-97	weender	0
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 drive unit	412	193	10-11-97	weender	40
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	2488	195	11-12-97	weender	1550
Ruwezel apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre	332501	197	10-03-98	weender	1200
Ruwezel apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre	332500	198	09-04-98	weender	1200
Ruwezel apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre	332504	199	09-04-98	weender	1200
broedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	BD 53	980178	201	12-03-98	microbiologie	400
broedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	BD 53	970996	202	12-03-98	microbiologie	400
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	PT 1500	80203816	204	12-03-98	microbiologie	16
Stomacher	ANALYSE	Stomacher	model 400	35696	205	15-04-98	microbiologie	25
spectrofotometer	ANALYSE	Spectronics	Genesys 2 PC	3P28326004	210	01-07-97	weender	110
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	424	211	26-11-97	weender	1550
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 drive unit	424	212	26-11-97	weender	40
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 extr. unit	424	213	26-11-97	weender	0
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF 11/2	10/97/2201	214	05-12-97	weender	4500
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	KB 53	98009	215	29-05-98	microbiologie	460
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	MC 210 P	80207897	216	25-06-98	anorganisch	16
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF 11/1/2408cp	9/98/2150	218	30-10-98	weender	3900
Ruwezel apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre		219	01-04-99	weender	1550
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	1811530000202	950403	220	01-06-99	weender	1600
datalogger	ANALYSE				221	17-02-99		0
buret	ANALYSE	schott	titronic 20		222	29-06-99	weender	0
buret	ANALYSE	schott	titronic 50		223	29-06-99	weender	0
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec H6 - 1043	2478	224	12-08-99	weender	1550
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	10002 00310	226	16-09-99	monsterkamer	150
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	10002 00319	227	16-09-99	monsterkamer	150
pT-100 meetbox	ANALYSE	IKS		3405478	233	09-09-99	weender	0
polarimeter	ANALYSE	Schmidt+ Hae		28289	234	27-09-99	weender	50
klimaatkast	KOELEN	Bosch	Wine cooler	839894	235	21-10-99	microbiologie	150
ion/mV/pH meter	ANALYSE	metrohm	Y026960010	8135	236	22-11-99	weender	10
maalmachine	ANALYSE	Retsch	ZM100	92411005	238	14-12-99	monsterkamer	600

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	1000200475	239	25-02-00	monsterkamer	150
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	1000200487	240	25-02-00	monsterkamer	150
vriezer	KOELEN	Kirsch	labex 100	950200183	241	25-02-00	monsterkamer	150
vriezer	KOELEN	Kirsch	labex 100	950200184	242	25-02-00	monsterkamer	150
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22		243	24-05-00	microbiologie	1000
gaschromatograaf	ANALYSE	Varian	3800	4834	245	08-05-00	organisch	2500
autosampler	ANALYSE	Varian	AS 8200	11024	246	08-05-00	organisch	55
MS/MS	ANALYSE	Micromass	Quatro Ultima	VB 105	247	03-04-00	organisch	4200
HPLC	ANALYSE	Waters	2690	A00SM4 723M	248	03-04-00	organisch	2000
schudapparaat	ANALYSE	IKA-labortec	HS 501 digitaal	116828	249	16-08-00	organisch	70
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	2001721	250	28-07-00	weender	1000
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF 11/2	6/001581	251	24-01-01	anorganisch	4500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	schott ger.	SLK1		252		weender	500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	ika-werke	rct-basic		257	26-01-01	weender	750
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 K	50043386	258	26-01-01	weender	650
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 KB	50043390	259	26-01-01	organisch	650
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 K8	50410108001	260	26-01-01	organisch	650
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Labotech	LT 6	93080100049	262		weender	500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Labotech	LT 6	6910164	263		weender	500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	schott ger.			264		anorganisch	500
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Electromantl	EM0500/C		266		anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Electromantl	EM0500/C		267		anorganisch	0
Digester	ANALYSE	FOSS Tecator	2400 KT	327360010	272	01-02-01	weender	1900
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	E28	E 28#00-00337	273	17-10-00	organisch	800
microscop	ANALYSE	Optech	B5 HP	S/N 200019	274	30-01-01	microbiologie	25
bovenweger	ANALYSE	Sartorius Basic Plus series	BP21005	91006583	275	10-05-01	monsterkamer	16
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	KB 115	00-03571	276	21-05-01	microbiologie	460
LC-LV1-GCMS	ANALYSE	Thermo Quest	div	div	277	01-05-01	organisch	3500
bovenweger	ANALYSE	sartorius	BP2100S		279	01-06-01	monsterkamer	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	BP2100S	13209557	280	01-06-01	monsterkamer	16
rotatieverdampe	ANALYSE	heidolph	laborota 4000	80104687	281	21-11-01	organisch	1400
ionchromatograaf	ANALYSE	metrohm	compact IC 761	1.7610020/07242	282	08-01-02	anorganisch	350
SPU water systeem	ANALYSE	millipore	SPU water system	F2CN394190	284	01-04-02	anorganisch	
analytische balans	ANALYSE	Sartorius Basic Plus series	BP 221 S	13710997	285	24-01-02	microbiologie	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	BP610		286	24-01-02	microbiologie	16
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo 500 N		287	01-08-02	anorganisch	250
stoof	DROGEN / VERHITTEN	binder	FD115	02-30156	288	09-08-02	weender	1600
stoof	DROGEN / VERHITTEN	binder	FD115	02-30279	289	09-08-02	weender	1600
MS/MS	ANALYSE	finnigar	tsq quantum	1tq 00205	290	10-06-02	organisch	1500
HPLC	ANALYSE	Thermo-Finnigan	Surveyor	61413 / 77116	291	11-06-02	organisch	1500
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM100	211309010K	292	00-01-00	monsterkamer	600
graanmolen	ANALYSE	perten	lab mill 3100	990425	293	00-01-00	monsterkamer	500
maalmachine	ANALYSE	Hobart	FP61	76-1280	294	00-01-00	monsterkamer	500
maalmachine	ANALYSE	Retisch	GM100	92306031B	295	00-01-00	monsterkamer	750
Falling number 1400	ANALYSE	Perten	1402S	2113	296	00-01-00	weender	150
AAS	ANALYSE	varian	AA220F-S	2085990	299	17-11-12	anorganisch	3500
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	binder	KB 115	02-37381	300	11-11-02	microbiologie	460
bovenweger	ANALYSE	Mettler Toledo	PB602-S	11214 92980	301	09-12-02	monsterkamer	16
bovenweger	ANALYSE	Mettler Toledo	PB1502-S	1121492981	302	09-12-02	organisch	16
vriezer	KOELEN	Derby	G 18 F	203080980	304	19-04-29	microbiologie	2120

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
Lightcycler	ANALYSE	Roche Diagnostics	Lightcycler II	40181762	306	19-04-29	microbiologie	1300
Lightcycler	ANALYSE	Roche Diagnostics	Lightcycler II	1403920	307	19-04-29	microbiologie	1300
vortex mixer	ANALYSE	heidolph	reax top	10211616	308	19-04-29	microbiologie	42
centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 233 M2	51010175	309	09-01-29	microbiologie	230
Thermoblok	DROGEN / VERHITTEN	Eppendorff	thermomixer comfort	535506482	310	09-01-29	microbiologie	90
Thermoblok	DROGEN / VERHITTEN	Eppendorff	thermomixer comfort	5355064661	311	09-01-29	microbiologie	90
veiligheidswerkbank	ANALYSE	Clear Air Techniek	euroflow EF 5EC	PJ02000442	312	19-04-29	microbiologie	3000
analytische balans	ANALYSE	sartorius	CP 225 D	13912053	313	19-04-29	microbiologie	16
klimaatkast	KOELEN	Derby global 48c-02	1111-1F4	301310019	314	2003 feb	microbiologie	3800
stoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	FED720	91100-0059	315	24-06-05	monsterkamer	5000
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	FED720	2301047	316	21-02-03	monsterkamer	5000
maalmachine	ANALYSE	Retsch	Zm100	123240234	317	25-06-05	monsterkamer	600
maalmachine	ANALYSE	Retsch	S100	123140520 D	318	01-06-03	monsterkamer	100
maalmachine	ANALYSE	Retsch	SM100	123050509	319	01-05-03	monsterkamer	750
breekmolen	ANALYSE	AEG	SR2 (p54 LBi07)	23065	320		monsterkamer	550
Kahl pellet testen	ANALYSE	kahl			321		monsterkamer	0
elementanalyzer	ANALYSE	Elementar	Vario EL III	11014041	322	11-01-03	anorganisch	1800
Veiligheidswerkbank	ANALYSE	Clear Air Techniek	Euroflow Ef 5 EC	PJ02000441	323	20-04-29	microbiologie	3000
LC-LV1-GCMS	ANALYSE	Thermo Finnigan	AS 800,phoenino,trace gc,DSQ	20011761,983764,20010712,200323	324	05-09-03	organisch	3500
Magnetron	DROGEN / VERHITTEN	CEM	Mars 5 ExpressS2252		325	11-12-03	anorganisch	1500
Kwik analyser	ANALYSE	Millennium Series	Metlin	202	326	26-06-03	anorganisch	15
klimaatkast	KOELEN	Derby Global 48c-02	1111-1F4	310103272	328	01-01-06	microbiologie	250
AAS	ANALYSE	Varian	AA220ES	EL03127777	329	04-01-04	anorganisch	3500
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo 500 N		330	voor 2004	explo ruimte	250
maalmachine	ANALYSE	Holmes	501 XL	F0303141482	335		monsterkamer	1725
stoof	DROGEN / VERHITTEN	wtb binder	WTB	9010-0001	336		weender	1900
vacuumpomp voor 336	ANALYSE	ILMVAC			no nr.		weender	3700
maalmachine	ANALYSE	Holmes	501 XL	SB1712-18	337		monsterkamer	1725
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	KB 115	9020-0017	338	01-06-04	microbiologie	460
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Labotech	LT 6		339	10-09-04	organisch	150
mixer	ANALYSE	interscience	BAG MiXer	40914494	340	19-10-04	microbiologie	100
autoclaaf	ANALYSE	varioklav	75T	76990903	341	sept '03	microbiologie	4800
digitale thermometer	ANALYSE	LCD digital	prima long	ce 7053	342	07-07-05	weender	0
blender	ANALYSE	Waring	LB20E	40122	343	07-07-05	weender	700
blender	ANALYSE	Waring	LB20E	31120	344	07-07-05	weender	700
bovenweiger	ANALYSE	Sartorius	LP620S	17309679	345	18-05-05	monsterkamer	16
centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 233 M2	51040095	346	26-07-05	microbiologie	230
slagrotmolen	ANALYSE	retsch	SR200	125060422D	347	16-08-05	monsterkamer	1100
photo tachometer	ANALYSE	lutron	DT2234B	AA06715	348	16-08-09	anorganisch	0
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	CP124S	18305362	349	18-11-05	anorganisch	16
HPLC autosampler	ANALYSE	Thermo Quest	Surveyor autosampler plus	76569	350	09-08-05	organisch	500
HPLC pomp	ANALYSE	Thermo Quest	surveyor	68623	351	09-08-05	organisch	500
triple quat	ANALYSE	Thermo Quest	tsq quantum	tsq 00851	352	09-08-05	organisch	3500
NIR	ANALYSE	FOSS Tecator	5000	8473 odel 5000	353	01-10-04	biofuels	500
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 extr. unit	384	354	17-02-05	weender	0
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	596	355	17-02-05	weender	1550
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 drive unit	594	356	17-02-05	weender	40
tintometer	ANALYSE	Lovibond	pfx 880	5087	357	feb '06	biofuels	10
carbon residu tester	ANALYSE	tanaka	ACR-6	55418	358	feb '06	anorganisch	2200
flashpoint meter	ANALYSE	Grabner	miniflash FLP	17-112112	359	feb '06	biofuels	150

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
viscositeitsmeter	ANALYSE	anton paar	SVM 3000	922999	360	feb '06	anorganisch	75
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	361	feb '06	anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	362	feb '06	anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	363	feb '06	anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	364	feb '06	anorganisch	0
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	AAF 1100	20-200090	365	feb '06	weender	6990
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 300	47050022	366	feb '06	organisch	475
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 200A	44020668	367	feb '06	organisch	500
ultrasoonbad	ANALYSE	Elma	S 100 elmasonic	3730045	368	feb '06	organisch	600
verwarmings met roermotor	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 K	50043393	369	feb '06	organisch	650
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10058022	370	feb '06	weender	1000
GC-MSMS	ANALYSE	Thermo Finnigan	PolarQ/Trace GC	210444/20035635	371	01-02-06	organisch	2500
slide regulator	ANALYSE				372	31-03-06	anorganisch	0
magnetron	DROGEN / VERHITTEN	LG	intellowave ms-1932E	602 TAKK 00261	373	02-06-06	biofuels	800
vochtstof	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	MFS/1	20-600545	374	10-05-06	anorganisch	3900
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N		376		monsterkamer	250
vriezer	KOELEN	whirlpool	easytronic Aclass (3)		377		monsterkamer	250
vriezer	KOELEN	whirlpool	easytronic Aclass (2)		378		monsterkamer	250
vriezer	KOELEN	whirlpool	easytronic Aclass (1)		379		monsterkamer	250
koelkast	KOELEN	IARP			380		monsterkamer	250
mobile hydraulic floor stand +	ANALYSE	silverson, ABB	E, M2AA100I	S6752, 003329	381	08-02-06	monsterkamer	1000
kolonieteller	ANALYSE	wtw	bzg 30	ba31109de	382	10-08-06	microbiologie	0
Cloud-pourpoint tester	ANALYSE	lim-tech	newlab 1300/1		383	22-12-05	biofuels	1000
bovenweger	ANALYSE	sartorius	EA 35 EDE	17907073	384	01-05-06	monsterkamer	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	EA 35 EDE	17907074	385	01-05-06	monsterkamer	16
Zeefmachine	ANALYSE	Retesch	AS 200	126230542	386	13-07-06	monsterkamer	128
Zeefmachine	ANALYSE	Retesch	AS 200	124080109	387	onbekend	monsterkamer	128
maalmachine	ANALYSE	Hobart	FP 61	76-1280	388	onbekend	monsterkamer	500
maalmachine	ANALYSE	Retesch	grindomix GM 100	92306031	389	onbekend	monsterkamer	750
groente snijder	ANALYSE	Halide	VC5-61	1152278	390	17-11-06	monsterkamer	100
Spleetverdeler	ANALYSE	labo scientific	labo scientific	A0652406	391	07-11-06	monsterkamer	0
groente snijder	ANALYSE	Halide	halide	1159241	392	09-01-07	monsterkamer	100
ionchromatograaf	ANALYSE	metrohm	7238	1861002007191 en 1151001006118	393	30-01-07	anorganisch	500
Digestor	ANALYSE	FOSS Tecator	2050 Extr. unit	520000397	394	14-11-06	weender	0
schudapparaat	ANALYSE	IKA	HS 501 D	IP2110016023	395	13-08-07	organisch	70
zeefmachine	ANALYSE	Retch	AS200	127280204	396	02-03-07	monsterkamer	128
maalmachine + DR	ANALYSE	Laboscientific	ZM200 en DR 100/75	127150116 en 1261011102L	397	02-03-07	monsterkamer	1500
maalmachine + DR	ANALYSE	Laboscientific	ZM200 en DR 100/75	126110721H en 127060201L	398	02-03-07	monsterkamer	1500
Thermoblok	DROGEN / VERHITTEN	Eppendorff		26071	399	voorjaar 2006	microbiologie	350
Thermoblok	DROGEN / VERHITTEN	Eppendorff		26060	400	voorjaar 2006	microbiologie	350
PCC thermocycler	ANALYSE	Biorad	Ulycycler thermocycler	580BR3829	401	voorjaar 2006	microbiologie	250
LVI-GPC-LC-GCMS	ANALYSE	phenix no, tra	DSQ II		402	26-07-07	organisch	3500
GC FID+AS	ANALYSE	CP 3800 + AS CP 8400	Varian CP 3800 + AS CP 8400	103728, 0606	403	16-03-07	organisch	3500
GC FID met AS	ANALYSE	Trace GC + Triplus (AS)		320060807,2	404	21-08-07	organisch	3500
GC FID+AS	ANALYSE	Focus GC+Triplus AS		10602238,2	405	21-08-07	organisch	3500
GCMS met headspace	ANALYSE	Focus GC+MS(DSQII)+Triplus (AS)		10704079,MS220-5333,20072808	406	21-08-07	organisch	3500
Hotplate	DROGEN / VERHITTEN	labotech	DHP 40	nb	407	04-01-07	biofuels	250
Titreerautomaat	ANALYSE	Titroline KF	Schott	625591	408	01-11-06	weender	10
KF coulometer	ANALYSE	KF Coulometer 831	831	1831001019280	409	11-07-07	biofuels	38
digitale thermometer	ANALYSE	Pt1000	GTH 175	6072	410	08-06-07	weender	0

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
Rancimat apparaat	ANALYSE	Metrohm	Rancimat 743	1743001419102	411	10-08-07	biofuels	450
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Memmert	UNB400	nb	412	15-08-07	weender	1400
Cloud-pourpoint tester	ANALYSE	Tanaka	AFP-102	59394	413	15-08-07	biofuels	660
koelbad CFPP	KOELEN	Julabo	F34	nb	415	15-08-07	biofuels	1000
water activiteit	ANALYSE	TESTO 650	650	01365032705	415	22-06-07	biofuels	0
magnetron	DROGEN / VERHITTEN	CEM	Mars Express	MD 8286	416	05-03-07	anorganisch	1500
buizenoven	DROGEN / VERHITTEN	mitsubishi	AQF 100	ID1165	417	01-09-07	anorganisch	1500
handmolen	ANALYSE	onbekend	onbekend	onbekend	418	onbekend	microbiologie	0
Drukmeter	ANALYSE	Frowag 1564	Frowag 1564	1004	419	20-10-07	anorganisch	200
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Mr Hei-standard	Mr Hei-standard	80707336	420	20-10-07	anorganisch	800
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Mr Hei-standard	Mr Hei-standard	80707425	421	20-10-07	anorganisch	800
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Mr Hei-standard	Mr Hei-standard	80707324	422	20-10-07	anorganisch	800
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Mr Hei-standard	Mr Hei-standard	80707322	423	20-10-07	anorganisch	800
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Mr Hei-standard	Mr Hei-standard	90707422	424	20-10-07	anorganisch	800
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Mr Hei-standard	Mr Hei-standard	90707423	425	20-10-07	anorganisch	800
Titreerautomaat	ANALYSE	titronic universal 50 ml	TZ 3260	M 001162	426	13-12-07	anorganisch	0
Titreerautomaat	ANALYSE	titronic universal 50 ml	TZ 3260	M 001160	427	13-12-07	anorganisch	0
LC-MS	ANALYSE	TQD	TQD		428	18-09-07	organisch	2850
LC-MS/MS	ANALYSE	TQD	TQD		429	24-09-07	organisch	3000
Preparatie robot GC	ANALYSE	PAL FAME manipulatie robot			430	25-01-08	organisch	250
zandbad	DROGEN / VERHITTEN				431	215 jaar geleden	anorganisch	750
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Ceran 500 11 A	Ceran 500 11 A	17681007	433	05-12-07	anorganisch	1800
maalmachine	ANALYSE	Kika labortechnik A10	A10	352160	434	115 ong. 15 jaar	anorganisch	500
ion chromatograaf	ANALYSE	Methrom	861 advanced compact IC		435	30-01-07	anorganisch	500
carbon residu tester	ANALYSE	tanaka	ACR M3	55876	436	30-10-07	biofuels	300
zwavel/stikstof analyser	ANALYSE	mitsubishi chemical co	TS-100V	2777	437	25-09-07	biofuels	200
chloor analyser	ANALYSE	Euroglas	ECS 1600	8120-1689	438	10-10-07	biofuels	200
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	CP 224 S	22210549	439	03-11-07	biofuels	16
karlfischer apparaat	ANALYSE	schott intruments	titronic KF		440		biofuels	20
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	schott instruments	ceran 500	17701007	441	17-10-07	biofuels	1800
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite MFS/1	Carbolite MFS/1	20-703588	442	22-05-08	anorganisch	500
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite MFS/1	Carbolite MFS/1	20-703589	443	22-05-08	anorganisch	500
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	301 AAF 11/18	20-704307	444	26-05-08	anorganisch	7000
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	carbolite	niet bekend	445	22-05-08	anorganisch	6990
bovenweger	ANALYSE	sartorius	CP2202S	22812540	449	06-06-08	weender	16
schudapparaat	ANALYSE	IKA	HS 501 digitaal	10018242	450	king; form volgt nog; sticker 23-06-0		70
bomcalorimeter	ANALYSE	Parr 6400	Parr 6400	6420-0802-6842	451	26-05-08	anorganisch	690
bomcalorimeter	ANALYSE	Parr 6400	Parr 6400	6420-0802-6841	452	26-05-08	anorganisch	690
bomcalorimeter	ANALYSE	Parr 6400	Parr 6400	6420-0802-6840	453	26-05-08	anorganisch	690
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	TE2101	22705923	454		anorganisch	16
Demiwater	ANALYSE			F8CN42762B	455		anorganisch	100
Ruwwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	520021969	456	09-06-08	weender	1000
Ruwwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	520020934	457	09-06-08	weender	1000
Ruwwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	520016957	458	09-06-08	weender	1000
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	520021268	459	09-06-08	weender	1550
Digester	ANALYSE	FOSS Tecator	10014130	520021827	460	09-06-08	weender	0
maalmachine	ANALYSE	retsch	ZM 200	128030333	461	05-05-08	monsterkamer	1300
maalmachine	ANALYSE	Retsch	ZM 200	128120245L	462	05-05-08	monsterkamer	1300
geleidbaarheidsmeter	ANALYSE	Greisinger	GMH3410	1728	C463	01-03-08	anorganisch	10
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 300	47080053	464	09-07-08	weender	475

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
smeltverloopen	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	CAF DIGITAL	20-800606	465	mei/juni-2008	anorganisch	7000
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	schott instruments	slk 2	941764	466	23-07-08	biofuels	1800
koelbroedstof	DROGEN / VERHITTEN	Friocell	FC/FC 404	b 082254	467	28-08-08	microbiologie	1590
koelbroedstof	DROGEN / VERHITTEN	Friocell	FC/FC 404	b 082255	468	28-08-08	microbiologie	1590
koelbroedstof	DROGEN / VERHITTEN	Friocell	FC/FC 404	b 082256	469	28-08-08	microbiologie	1590
microplate washer	ANALYSE	well wash	4MK2	006 9 7377	470	28-11-08	microbiologie	0
microplate reader	ANALYSE	multiskau	aseint	34590848	471	28-11-08	microbiologie	0
koelkast	KOELEN	Framec	Framec	049CA76559	472	28-05-08	microbiologie	200
koelkast	KOELEN	gorenje		80430055	474	28-08-08	microbiologie	200
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08NA04757	475	28-08-08	microbiologie	250
vortex mixer	ANALYSE	heidolph	reax top	541-10000-00-0	476	28-05-08	microbiologie	42
kolonieteller	ANALYSE	wtw	bzg 30	745551	477	28-05-08	microbiologie	0
klimaatkast	KOELEN	framec		724MB30379	478	28-05-08	microbiologie	300
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22		479	28-05-08	microbiologie	1000
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22		480	28-05-08	microbiologie	1000
veiligheidskast	ANALYSE	asecos	vbf196120	663382 310 1	481	14-02-08	explo ruimte	0
veiligheidskast	ANALYSE	asecos	vbf196120	663382 310 7	482	14-02-08	explo ruimte	0
koelkast	KOELEN	Menu	pr 40 r 134 a	740 mb 47406	483	06-06-08	anorganisch	280
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08 aa 00146	484	06-06-08	organisch	250
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07 ma 12610	485	06-06-08	organisch	285
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07 ma12622	486	06-06-08	organisch	285
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08 aa 11250	487	06-06-08	organisch	250
digitale thermometer	ANALYSE	LCD digital	LCD digital	DE89317945	488	11-09-08	microbiologie	0
koelkast	KOELEN	Framec	menk pr 40 r134a	740mb47406	489	01-06-08	anorganisch	280
ICP/MS	ANALYSE	X-Series	2	01349c	490	01-08-08	anorganisch	2000
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	IKA RET	Basic c	01 634802	491	01-07-08	anorganisch	750
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	IKA RET	Basic c	01 634824	492	02-07-08	anorganisch	750
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08aa00150	493	17-06-08	organisch	250
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08aa00146	494	17-06-08	organisch	250
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07ma12622	495	17-06-08	organisch	285
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07ma12610	496	17-06-08	organisch	285
bovenweger	ANALYSE	sartorius	TE1502S	23308929	497	30-09-08	microbiologie	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	TE1502S	23308928	498	30-09-08	microbiologie	16
koelkast	KOELEN				C499		weender	250
koelkast	KOELEN	Gorenje	HS1666	73630053	C500		biofuels	250
microtiterplaat schudapparaat	ANALYSE	IKA	MS 3 digital	3 301 312	501	01-10-08	microbiologie	150
Lightcycler	ANALYSE	Lightcycler	480 II /96	25483	502	14-10-08	microbiologie	20
pohl grain cutter	ANALYSE				503	30-10-08	microbiologie	1500
sample concentrator	ANALYSE	teche	fsc400d	1533762-2	504	11-11-08	microbiologie	0
UV visible spectrofotometer	ANALYSE	Thermo Scientific	Helios Alpha	UVA 163306	505	20-01-09	anorganisch	650
vriezer	KOELEN	GFL	6481	150937	506	04-12-08	biofuels	180
vortex mixer	ANALYSE	thermolyne	37600	M37610-26	507	04-12-08	microbiologie	1200
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10136798	508	20-06-05	microbiologie	40
microtiterplaten schudapparaat	ANALYSE	IKA	MS 3 basic	3302499	509	05-12-08	microbiologie	1000
waterbad	ANALYSE	FOSS	schudwaterbad	1024	510	02-01-09	microbiologie	20
Ruwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	1023	511	30-05-07	weender	2000
analytische balans	ANALYSE	sartorius	LA 230 S	22705994	512	30-05-07	weender	1000
vortex mixer	ANALYSE	heidolph	reax top	30212311	513	05-05-08	weender	16
koelkast	KOELEN	Mondial Group	TTK PR 14 R134A ME/F	815CB88380	514	22-06-05	microbiologie	42
					515	13-03-09	microbiologie	150

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8 - Lijst met apparatuur TLR

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
chromameter	ANALYSE	konica minolta CR-410		B2008047	516	01-11-07	monsterkamer	100
waterbad	ANALYSE	stuart	swb 1D	R000102166	517	26-05-09	microbiologie	750
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 383	3009003	518	07-05-09	microbiologie	2900
schudapparaat	ANALYSE	IKA	IKA HS 501 digitaal	10019022	519		anorganisch	250
roermotor	ANALYSE	KMO	2B	1702035	520	22-04-09	anorganisch	500
pH/mV meter	ANALYSE	GPRT	1400 AN		521	22-04-09	anorganisch	10
verwarmings met roermotor	DROGEN / VERHITTEN	IKA	ikamag RET basic	1706965	522	20-02-09	anorganisch	600
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10136802	523	07-05-09	anorganisch	1000
dry vap concentrator system	ANALYSE	Horizon Technologies		1074	524	22-06-09	organisch	340
radioactiviteitsmeter	ANALYSE	Berthold Technologies	LB200	6101	525	01-07-09	weender	20
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-16	526	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-09	527	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-13	528	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-14	529	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-12	530	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-11	531	01-06-09	microbiologie	800
kookplaat met roermotor	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR Hei standaard	20921309	532	14-04-09	anorganisch	250
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10139429	535	01-08-09	microbiologie	1000
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10136797	536	18-06-09	weender	1000
perten laboratory mill	ANALYSE	Perten	laboratory mill	S/N 090191	537	18-06-09	monsterkamer	1300
pellettester	ANALYSE			10102	538	21-08-09	monsterkamer	0
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	AF 11	29892116	C539	18-06-09	weender	6990
alveograaf	ANALYSE	Chopin	Alveolink	1408	540	29-05-09	weender	1250
bovenweger	ANALYSE	sartorius	ea35ede1	22813166	541	02-06-08	monsterkamer	16
koelkast	KOELEN				542		organisch	200
koelkast	KOELEN				543		organisch	200
thermometer DNA	ANALYSE		GTH 175/Pt		544	01-02-09	microbiologie	0



BIJLAGE 8.1 - Apparaten ANALYSE

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
hplc-pomp	ANALYSE	Waters	510	123520	3	01-01-84	organisch	200
hplc-fluorescence detector	ANALYSE	Fluoro Tec			8	01-01-90	organisch	150
centrifuge	ANALYSE	BHG		5810	10	01-01-83	organisch	850
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	A 200 S	37020297	14	01-01-85	weeder	16
ultrasoonbad	ANALYSE	Decon	FS 100	FS100/2142	37	01-01-85	organisch	200
UV/Vis spectrofotometer	ANALYSE	Camspec		20529	41	01-01-86	organisch	110
maalmachine	ANALYSE	Retisch	MM2	64629	49		monsterkamer	100
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	AC 210 S	40100158	80	01-02-93	weeder	16
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	PT 600	40110384	93	01-02-93	weeder	9
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	AC 210 S	40100196	94	01-09-91	organisch	16
microbalans	ANALYSE	Sartorius	M3P	4007007	95	27-11-90	anorganisch	13
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	U4600P	37090063	96	01-01-82	monsterkamer	8
Digestor	ANALYSE	Tecator	1043 extr.	1776	100	01-01-90	weeder	1400
elementanalyzer	ANALYSE	Carlo Erba	EA 1108-O	249126	109	13-12-90	anorganisch	750
Camera (smeltverloop)	ANALYSE	Panasonic		2XAO 3614	111	01-01-86	anorganisch	10
waterbad	ANALYSE	Lauda	M3	J09012	112	01-01-90	weeder	1100
waterbad	ANALYSE	Lauda	RM6	L06002	114	01-01-89	anorganisch	1200
magnetron	ANALYSE	CEM	MDS 200	Y-4152	119	03-06-93	anorganisch	600
schudapparaat	ANALYSE	Retisch	haver uwl 400	2202362	121	01-01-83	organisch	450
kogelmolen	ANALYSE	Retisch			125	01-01-90	monsterkamer	1000
hgi-kogelmolen	ANALYSE	van Essen			126	01-01-87	monsterkamer	1000
microscop	ANALYSE	Laboval	laboval-4		127	01-01-87	microscopie	100
Stereomicroscop	ANALYSE	Bausch&Lomb			128	01-01-83	microscopie	50
Stereomicroscop	ANALYSE	Bausch&Lomb			129	01-01-83	microscopie	50
Titreerautomaat	ANALYSE	metrohm	702	1E7/281	138	05-04-94	anorganisch	0
schudapparaat	ANALYSE	labotech	RS 500	940423003	139	08-06-94	organisch	350
calorimeter	ANALYSE	parr (I)	1271	211	141	25-07-94	anorganisch	700
vacuumpomp	ANALYSE	Leybold	divac 2.4L	2 94 00 109	142	18-11-94	weeder	300
tintometer	ANALYSE	Lovibond	L322/92E	E4798	146	01-11-95	weeder	150
Digestor	ANALYSE	FOSS Tecator	1002	25256	147	19-04-96	weeder	1900
Zeefmachine	ANALYSE	Retisch	Vibro	68526	149	01-02-93	monsterkamer	750
maalmachine	ANALYSE	Holmes	501 XL	1439-19	150	01-07-96	monsterkamer	1500
Spleetverdelers	ANALYSE	Holmes	15 FXL	RW	151	01-07-96	monsterkamer	0
Hamermolen	ANALYSE	Holmes	230	1133-3	152	01-02-96	monsterkamer	1500
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM1	2249019	153	01-01-90	monsterkamer	1300
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM1	NL	154	01-01-90	monsterkamer	1300
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM1	64098	155	01-01-90	monsterkamer	1300
Zeefmachine	ANALYSE	Gilson	TM-3F	T 1760	156	01-01-90	monsterkamer	1000
Bovenweger	ANALYSE	Sartorius	I 24000 P	37090057	157	01-01-90	monsterkamer	16
Verdeler	ANALYSE	Sicon	820101	945781	158	01-07-94	monsterkamer	0
Stereomicroscop	ANALYSE	Euromex			160	01-01-90	monsterkamer	10
Stereomicroscop	ANALYSE	Euromex			162	01-01-90	monsterkamer	10
Integrator	ANALYSE	Shimadzu	C-R6A Chromatop	55953 LP	167	01-01-90	organisch	160
Integrator	ANALYSE	Shimadzu	ICR-1B	21765 R	169	01-02-93	organisch	200
Karl Fischer	ANALYSE	Methrom	Karl F. Automat	7/734	172	01-01-85	anorganisch	0
Karl Fischer	ANALYSE	Methrom	Multi Dosimat	dec/99	173	01-01-85	weeder	0
Inweegrobot	ANALYSE	Zymark	XP	ZR9424N3999	174	01-09-94	organisch	350
destillatieunit	ANALYSE	Dean & Stark	Petrotest Module M2	2325 14-08-95	175	01-09-95	weeder	800
Mixer	ANALYSE	Omni-mixer	17106	1128	176	01-01-90	monsterkamer	600
buret	ANALYSE	SchottGerate	T80/50	414943	177	19-08-93	monsterkamer	0

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8.1 - Apparaten ANALYSE

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
Calorimeter	ANALYSE	Pair (II)	1271	263	178	10-12-95	anorganisch	690
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	LP4200	70203409	182	13-02-97	monsterkamer	16
planetaire molen	ANALYSE	Fritsch	7.302	1202	183	05-03-97	monsterkamer	2000
Spleetverdeler	ANALYSE	Holmes	50XL		189	19-02-97	monsterkamer	0
vacuumpomp	ANALYSE	Leybold	Divac 2.2 L	1016793	190	10-10-97	weender	200
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	412	191	10-11-97	weender	1550
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 extr. unit	412	192	10-11-97	weender	0
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 drive unit	412	193	10-11-97	weender	40
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	2488	195	11-12-97	weender	1550
Ruwezels apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre	332501	197	10-03-98	weender	1200
Ruwezels apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre	332500	198	09-04-98	weender	1200
Ruwezels apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre	332504	199	09-04-98	weender	1200
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	PT 1500	80203816	204	12-03-98	microbiologie	16
Stomacher	ANALYSE	Stomacher	model 400	35696	205	15-04-98	microbiologie	25
spectrofotometer	ANALYSE	Spectronics	Genesys 2 PC	3P28326004	210	01-07-97	weender	110
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	424	211	26-11-97	weender	1550
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 drive unit	424	212	26-11-97	weender	40
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 extr. unit	424	213	26-11-97	weender	0
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	MC 210 P	80207897	216	25-06-98	anorganisch	16
Ruwezels apparaat	ANALYSE	Selecta	Dosi-Fibre		219	01-04-99	weender	1550
datalogger	ANALYSE				221	17-02-99		0
buret	ANALYSE	schott	titronic 20		222	29-06-99	weender	0
buret	ANALYSE	schott	titronic 50		223	29-06-99	weender	0
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec H6 - 1043	2478	224	12-08-99	weender	1550
pT-100 meetbox	ANALYSE	IKS		3405478	233	09-09-99	weender	0
polarimeter	ANALYSE	Schmidt+ Hae		28289	234	27-09-99	weender	50
ion/mv/pH meter	ANALYSE	metrohm	Y026960010	8135	236	22-11-99	weender	10
maalmachine	ANALYSE	Reisch	ZM100	92411005	238	14-12-99	monsterkamer	600
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22		243	24-05-00	microbiologie	1000
gaschromatograaf	ANALYSE	Varian	3800	4834	245	08-05-00	organisch	2500
autosampler	ANALYSE	Varian	AS 8200	11024	246	08-05-00	organisch	55
MS/MS	ANALYSE	Micromass	Quatro Ultima	VB 105	247	03-04-00	organisch	4200
HPLC	ANALYSE	Waters	2690	A00SM4 723M	248	03-04-00	organisch	2000
schudapparaat	ANALYSE	IKA-labortec	HS 501 digitaal	116828	249	16-08-00	organisch	70
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	2001721	250	28-07-00	weender	1000
Digestor	ANALYSE	FOSS Tecator	2400 KT	327360010	272	01-02-01	weender	1900
microscop	ANALYSE	Optech	B5 HP	S/N 2000019	274	30-01-01	microscopie	25
bovenweger	ANALYSE	Sartorius Basic Plus series	BP21005	91006583	275	10-05-01	monsterkamer	16
LC-LV1-GCMS	ANALYSE	Thermo Quest	div	div	277	01-05-01	organisch	3500
bovenweger	ANALYSE	sartorius	BP2100S		279	01-06-01	monsterkamer	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	BP2100S	13209557	280	01-06-01	monsterkamer	16
rotatieverdamp	ANALYSE	heidolph	laborota 4000	80104687	281	21-11-01	organisch	1400
ionchromatograaf	ANALYSE	metrohm	compact IC 761	1.7610020/07242	282	08-01-02	anorganisch	350
SPU water systeem	ANALYSE	millipore	SPU water system	F2CN394190	284	01-04-02	anorganisch	
analytische balans	ANALYSE	Sartorius Basic Plus series	BP 221 S	13710997	285	24-01-02	microscopie	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	BP610		286	24-01-02	microscopie	16
MS/MS	ANALYSE	finnigar	tsq quantum	tsq 00205	290	10-06-02	organisch	1500
HPLC	ANALYSE	Thermo-Finnigan	Surveyor	61413 / 77116	291	11-06-02	organisch	1500
maalmachine	ANALYSE	Reisch	ZM100	211309010K	292	00-01-00	monsterkamer	600
graanmolen	ANALYSE	perten	lab mill 3100	990425	293	00-01-00	monsterkamer	500

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8.1 - Apparaten ANALYSE

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
maalmachine	ANALYSE	Hobart	FP61	76-1280	294	00-01-00	monsterkamer	500
maalmachine	ANALYSE	Retisch	GM100	92306031B	295	00-01-00	monsterkamer	750
Falling number 1400	ANALYSE	Perten	1402S	2113	296	00-01-00	weender	150
AAS	ANALYSE	varian	AA220FS	2085990	299	17-11-12	anorganisch	3500
bovenweger	ANALYSE	Mettler Toledo	PB602-S	11214 92980	301	09-12-02	monsterkamer	16
bovenweger	ANALYSE	Mettler Toledo	PB1502-S	1121492981	302	09-12-02	organisch	16
Lightcycler	ANALYSE	Roche Diagnostics	Lightcycler II	40181762	306	19-04-29	microbiologie	1300
Lightcycler	ANALYSE	Roche Diagnostics	Lightcycler II	1403920	307	19-04-29	microbiologie	1300
vortex mixer	ANALYSE	heidolph	reax top	10211616	308	19-04-29	microbiologie	42
centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 233 M2	51010175	309	09-01-29	microbiologie	230
veiligheidswerkbank	ANALYSE	Clear Air Techniek	euroflow EF 5EC	PJ02000442	312	19-04-29	microbiologie	3000
analytische balans	ANALYSE	sartorius	CP 225 D	13912053	313	19-04-29	microbiologie	16
maalmachine	ANALYSE	Retisch	Zm100	123240234	317	25-06-05	monsterkamer	600
maalmachine	ANALYSE	Retisch	S100	123140520 D	318	01-06-03	monsterkamer	100
maalmachine	ANALYSE	Retisch	SM100	123050509	319	01-05-03	monsterkamer	750
breekmolen	ANALYSE	AEG	SR2 (lp54 LBi07)	23065	320		monsterkamer	550
Kahl pellet testen	ANALYSE	kahl			321		monsterkamer	0
elementanalyzer	ANALYSE	Elementar	Vario EL III	11014041	322	11-01-03	anorganisch	1800
Veiligheidswerkbank	ANALYSE	Clear Air Techniek	Euroflow Ef 5 EC	PJ02000441	323	20-04-29	microbiologie	3000
LC-LV1-GCMS	ANALYSE	Thermo Finnigan	AS 800.phoenino,trace gc,DSQ	20011761,983764,20010712,200323	324	05-09-03	organisch	3500
Kwik analyser	ANALYSE	Millennium Series	Metlin	202	326	26-06-03	anorganisch	15
AAS	ANALYSE	Varian	AA220ES	EL03127777	329	04-01-04	anorganisch	3500
maalmachine	ANALYSE	Holmes	501 XL	F0303141482	335		monsterkamer	1725
vacuumpomp voor 336	ANALYSE	ILMVAC			no nr.		weender	3700
maalmachine	ANALYSE	Holmes	501 XL	SB1712-18	337		monsterkamer	1725
mixer	ANALYSE	interscience	BAG MixEr	40914494	340	19-10-04	microbiologie	100
autoclaaf	ANALYSE	varioklav	75T	76990903	341	sept '03	microbiologie	4800
digitale thermometer	ANALYSE	LCD digital	prima long	ce 7053	342	07-07-05	weender	0
blender	ANALYSE	Waring	LB20E	40122	343	07-07-05	weender	700
blender	ANALYSE	Waring	LB20E	31120	344	07-07-05	weender	700
bovenweger	ANALYSE	Sartorius	LP620S	17309679	345	18-05-05	monsterkamer	16
centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 233 M2	51040095	346	26-07-05	microbiologie	230
siagrotomolen	ANALYSE	retsch	SR200	125060422D	347	16-08-05	monsterkamer	1100
photo tachometer	ANALYSE	lutron	DT2234B	AA06715	348	16-08-09	anorganisch	0
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	CP124S	18305362	349	18-11-05	anorganisch	16
HPLC autosampler	ANALYSE	Thermo Quest	Surveyor autosampler plus	76569	350	09-08-05	organisch	500
HPLC pomp	ANALYSE	Thermo Quest	surveyor	68623	351	09-08-05	organisch	500
triple quat	ANALYSE	Thermo Quest	tsq quantum	1tu 00851	352	09-08-05	organisch	3500
NIR	ANALYSE	FOSS Tecator	5000	8473 odel 5000	353	01-10-04	biofuels	500
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 extr. unit	384	354	17-02-05	weender	0
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	596	355	17-02-05	weender	1550
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 drive unit	594	356	17-02-05	weender	40
tintometer	ANALYSE	Lovibond	pfx 880	5087	357	feb '06	biofuels	10
carbon residu tester	ANALYSE	tanaka	ACR-6	55418	358	feb '06	anorganisch	2200
flashpoint meter	ANALYSE	Grabner	miniflash FLP	17-112112	359	feb '06	biofuels	150
viscositeitsmeter	ANALYSE	anton paar	SVM 3000	922999	360	feb '06	anorganisch	75
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 300	47050022	366	feb '06	organisch	475
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 200A	44020668	367	feb '06	organisch	500
ultrasoonbad	ANALYSE	Elma	S 100 elmasonic	3730045	368	feb '06	organisch	600
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10058022	370	feb '06	weender	1000

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8.1 - Apparaten ANALYSE

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
GC-MSMS	ANALYSE	Thermo Finnigan	PolarQ/Trace GC	210444/20035635	371	01-02-06	organisch	2500
slide regulator	ANALYSE				372	31-03-06	anorganisch	0
mobile hydrolic floor stand +	ANALYSE	silverson, ABB	E, M2AA100I	S6752, 003329	381	08-02-06	monsterkamer	1000
kolonieteller	ANALYSE	wtw	bzg 30	ba31109de	382	10-08-06	microbiologie	0
Cloud-pourpoint tester	ANALYSE	lim-tech	newlab 1300/1		383	22-12-05	biofuels	1000
bovenweger	ANALYSE	sartorius	EA 35 EDE	17907073	384	01-05-06	monsterkamer	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	EA 35 EDE	17907074	385	01-05-06	monsterkamer	16
Zeefmachine	ANALYSE	Retisch	AS 200	126230542	386	13-07-06	monsterkamer	128
Zeefmachine	ANALYSE	Retisch	AS 200	124080109	387	onbekend	monsterkamer	128
maalmachine	ANALYSE	Hobart	FP 61	76-1280	388	onbekend	monsterkamer	500
maalmachine	ANALYSE	Retisch	grindomix GM 100	92306031	389	onbekend	monsterkamer	750
groente snijder	ANALYSE	Halide	VC5-61	1152278	390	17-11-06	monsterkamer	100
Spleetverdeler	ANALYSE	labo scientific	labo scientific	A0652406	391	07-11-06	monsterkamer	0
groente snijder	ANALYSE	Halide	halide	1159241	392	09-01-07	monsterkamer	100
ionchromatograaf	ANALYSE	metrohm	7238	1861002007191 en 1151001006118	393	30-01-07	anorganisch	500
Digestor	ANALYSE	FOSS Tecator	2050 Extr. unit	520000397	394	14-11-06	weender	0
schudapparaat	ANALYSE	IKA	HS 501 D	IP2110016023	395	13-08-07	organisch	70
zeefmachine	ANALYSE	Retich	AS200	127280204	396	02-03-07	monsterkamer	128
maalmachine + DR	ANALYSE	Laboscientific	ZM200 en DR 100/75	127150116 en 126101102L	397	02-03-07	monsterkamer	1500
maalmachine + DR	ANALYSE	Laboscientific	ZM200 en DR 100/75	126110721H en 127060201L	398	02-03-07	monsterkamer	1500
PCC thermocycler	ANALYSE	Biorad	Ulycycler thermocycler	580BR3829	401	voorjaar 2006	microbiologie	250
LVI-GPC-LC-GCMS	ANALYSE	phenix no, tra	DSQ II		402	26-07-07	organisch	3500
GC FID+AS	ANALYSE	CP 3800 + AS CP 8400	Varian CP 3800 + AS CP 8400	103728,0606	403	16-03-07	organisch	3500
GC FID met AS	ANALYSE	Trace GC + Triplus (AS)		320060807,2	404	21-08-07	organisch	3500
GC FID+AS	ANALYSE	Focus GC+Triplus AS		10602238,2	405	21-08-07	organisch	3500
GCMS met headspace	ANALYSE	Focus GC+MS(DSQII)+Triplus (AS)		10704079,MS220-5333,20072808	406	21-08-07	organisch	3500
Titreerautomaat	ANALYSE	Titroline KF	Schott	625591	408	01-11-06	weender	10
KF coulometer	ANALYSE	KF Coulometer 831	831	1831001019280	409	11-07-07	biofuels	38
digitale thermometer	ANALYSE	Pt1000	GTH 175	6072	410	08-06-07	weender	0
Rancimat apparaat	ANALYSE	Metrohm	Rancimat 743	1743001419102	411	10-08-07	biofuels	450
Cloud-pourpoint tester	ANALYSE	Tanaka	AFP-102	59394	413	15-08-07	biofuels	660
water activiteit	ANALYSE	TESTO 650	650	01365032705	415	22-06-07	biofuels	0
handmolen	ANALYSE	onbekend	onbekend	onbekend	418	onbekend	microscopie	0
Drukmeter	ANALYSE	Frowag 1564	Frowag 1564	1004	419	20-10-07	anorganisch	200
Titreerautomaat	ANALYSE	titronic universal 50 ml	TZ 3260	M 001162	426	13-12-07	anorganisch	0
Titreerautomaat	ANALYSE	titronic universal 50 ml	TZ 3260	M 001160	427	13-12-07	anorganisch	0
LC-MS	ANALYSE	TQD			428	18-09-07	organisch	2850
LC-MS/MS	ANALYSE	TQD			429	24-09-07	organisch	3000
Preparatiebot GC	ANALYSE	PAL FAME manipulatie robot		128444	430	25-01-08	organisch	250
maalmachine	ANALYSE	Kika labortechnik A10	A10	352160	434	115 ong. 15 jaar	anorganisch	500
ion chromatograaf	ANALYSE	Methrom	861 advanced compact IC		435	30-01-07	anorganisch	500
carbon residu tester	ANALYSE	tanaka	ACR M3	55876	436	30-10-07	biofuels	300
zwavel/stikstof analyser	ANALYSE	mitsubishi chemical co	TS-100V	2777	437	25-09-07	biofuels	200
chloor analyser	ANALYSE	Euroglas	ECS 1600	8120-1689	438	10-10-07	biofuels	200
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	CP 224 S	22210549	439	03-11-07	biofuels	16
karlfisher apparaat	ANALYSE	schott intruments	titronic KF		440		biofuels	20
bovenweger	ANALYSE	sartorius	CP2202S	22812540	449	06-06-08	weender	16
schudapparaat	ANALYSE	IKA	HS 501 digitaal	10018242	450	king; form volgt nog; sticker 23-06-0		70
bomcalorimeter	ANALYSE	Parr 6400	Parr 6400	6420-0802-6842	451	26-05-08	anorganisch	690
bomcalorimeter	ANALYSE	Parr 6400	Parr 6400	6420-0802-6841	452	26-05-08	anorganisch	690

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8.1 - Apparaten ANALYSE

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
bomcaloriemeter	ANALYSE	Parr 6400	Parr 6400	6420-0802-6840	453	26-05-08	anorganisch	690
analytische balans	ANALYSE	Sartorius	TE2101	22705923	454		anorganisch	16
Demiwater	ANALYSE			F8CN42762B	455		anorganisch	100
Ruwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	520021969	456	09-06-08	weender	1000
Ruwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	520020934	457	09-06-08	weender	1000
Ruwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	520016957	458	09-06-08	weender	1000
Soxhlet-extractie apparaat	ANALYSE	FOSS Tecator	Soxtec Avanti 2050 control u.	520021268	459	09-06-08	weender	1550
Digestor	ANALYSE	FOSS Tecator	10014130	520021827	460	09-06-08	weender	0
maalmachine	ANALYSE	retsch	ZM 200	128030333	461	05-05-08	monsterkamer	1300
maalmachine	ANALYSE	Retisch	ZM 200	128120245L	462	05-05-08	monsterkamer	1300
geleidbaarheidsmeter	ANALYSE	Greisinger	GMH3410	1728	C463	01-03-08	anorganisch	10
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 300	47080063	464	09-07-08	weender	475
microplate washer	ANALYSE	well wash	4MK2	006 9 7377	470	28-11-08	microbiologie	0
microplate reader	ANALYSE	multiskau	aseint	34590848	471	28-11-08	microbiologie	0
vortex mixer	ANALYSE	heidolph	reax top	541-10000-00-0	476	28-05-08	microbiologie	42
kolonieteller	ANALYSE	wtw	bzg 30	745551	477	28-05-08	microbiologie	0
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22		479	28-05-08	microbiologie	1000
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22		480	28-05-08	microbiologie	1000
veiligheidskast	ANALYSE	asecos	vb196120	663382 310 1	481	14-02-08	explo ruimte	0
veiligheidskast	ANALYSE	asecos	vb196120	663382 310 7	482	14-02-08	explo ruimte	0
digitale thermometer	ANALYSE	LCD digital	LCD digital	DE89317945	488	11-09-08	microbiologie	0
ICP/MS	ANALYSE	X-Series	2	01349c	490	01-08-08	anorganisch	2000
bovenweger	ANALYSE	sartorius	TE1502S	23308929	497	30-09-08	microbiologie	16
bovenweger	ANALYSE	sartorius	TE1502S	23308928	498	30-09-08	microbiologie	16
microtiterplaat schudapparaat	ANALYSE	IKA	MS 3 digital	3 301 312	502	14-10-08	microbiologie	20
Lightcycler	ANALYSE	Lightcycler	480 II /96	25483	503	30-10-08	microbiologie	1500
pohl grain cutter	ANALYSE				504	11-11-08	microscopie	0
sample concentrator	ANALYSE	teche	fsc400d	1533762-2	505	20-01-09	anorganisch	650
UV visible spectrofotometer	ANALYSE	Thermo Scientific	Helios Alpha	UVA 163306	506	04-12-08	biofuels	180
vortex mixer	ANALYSE	thermolyne	37600	M37610-26	508	20-06-05	microbiologie	40
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10136798	509	05-12-08	microbiologie	1000
microtiterplaten schudapparaat	ANALYSE	IKA	MS 3 basic	3302499	510	02-01-09	microbiologie GMO	20
waterbad	ANALYSE	FOSS	schudwaterbad	1024	511	30-05-07	weender	2000
Ruwezel apparaat	ANALYSE	FOSS	Fibertec M6	1023	512	30-05-07	weender	1000
analytische balans	ANALYSE	sartorius	LA 230 S	22705994	513	05-05-08	weender	16
vortex mixer	ANALYSE	heidolph	reax top	30212311	514	22-06-05	microbiologie	42
chromameter	ANALYSE	konica minolta CR-410		B2008047	516	01-11-07	monsterkamer	100
waterbad	ANALYSE	stuart	swb 1D	R000102166	517	26-05-09	microbiologie	750
Centrifuge	ANALYSE	HERMLE	Z 383	3009003	518	07-05-09	microbiologie	2900
schudapparaat	ANALYSE	IKA	IKA HS 501 digitaal	10019022	519		anorganisch	250
roermotor	ANALYSE	KMO	2B	1702035	520	22-04-09	anorganisch	500
pH/mV meter	ANALYSE	GPRT	1400 AN		521	22-04-09	anorganisch	10
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10136802	523	07-05-09	anorganisch	1000
dry vap concentrator system	ANALYSE	Horizon Technology		1074	524	22-06-09	organisch	340
radioactiviteitsmeter	ANALYSE	Berthold Technologies	LB200	6101	525	01-07-09	weender	20
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10139429	535	01-08-09	microbiologie	1000
waterbad	ANALYSE	Julabo	SW22	10136797	536	18-06-09	weender	1000
perten laboratory mill	ANALYSE	Perten	laboratory mill	S/N 090191	537	18-06-09	monsterkamer	1300
pelletester	ANALYSE			10102	538	21-08-09	monsterkamer	0
alveograaf	ANALYSE	Chopin	Alveolink	1408	540	29-05-09	weender	1250

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

BIJLAGE 8.1 - Apparaten ANALYSE

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
bovenweger	ANALYSE	sartorius	ea35ede1	22813166	541	02-06-08	monsterkamer	16
thermometer DNA	ANALYSE		GTH 175/Pt		544	01-02-09	microbiologie	0
							ANALYSE:	179749
								180

BIJLAGE 8.2 - Apparaten DROGEN / VERHITTEN

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
smeltverloopen	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	CAF 704	9/86/1125	13	01-01-86	anorganisch	7000
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Memmert	Tv15u	55371	28	01-01-83	weender	1500
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Memmert	Tv40u	760259	29	01-01-83	weender	1500
moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF	7/91/1054	102	01-01-91	anorganisch	4500
vacuumstoof	DROGEN / VERHITTEN	Salvis	KVTS 11	317062 031	107	01-01-92	anorganisch	800
zwellingsoven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite		3/88/400	133	01-01-89	anorganisch	2500
buizenoven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	cfm 14/10	10/93/1465	137	01-11-93	anorganisch	3000
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Memmert	UM 400	88 5855	140	20-07-94	weender	1400
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	MF-S/1	11/94/2483	143	21-02-95	anorganisch	3900
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF	5/96/1219	148	21-06-96	weender	4500
Zandbad	DROGEN / VERHITTEN	LHG	ST 82 AL	3680397	184	03-04-97	anorganisch	2500
broedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	BD 53	980178	201	12-03-98	microbiologie	400
broedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	BD 53	970996	202	12-03-98	microbiologie	400
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF 11/2	10/97/2201	214	05-12-97	weender	4500
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	KB 53	98009	215	29-05-98	microbiologie	460
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF 11/1/2408cp	9/98/2150	218	30-10-98	weender	3900
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	1811530000202	950403	220	01-06-99	weender	1600
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	OAF 11/2	6/001581	251	24-01-01	anorganisch	4500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	schott ger.	SLK1		252		weender	500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	ika-werke	rct-basic		257	26-01-01	weender	750
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 K	50043386	258	26-01-01	weender	650
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 KB	50043390	259	26-01-01	organisch	650
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 K8	50410108001	260	26-01-01	organisch	650
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Labotech	LT 6	93080100049	262		weender	500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Labotech	LT 6	6910164	263		weender	500
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	schott ger.			264		anorganisch	500
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Electromantl	EM0500/C		266		anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Electromantl	EM0500/C		267		anorganisch	0
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	E28	E 28#00-00337	273	17-10-00	organisch	800
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	KB 115	00-03571	276	21-05-01	microbiologie	460
stoof	DROGEN / VERHITTEN	binder	FD115	02-30156	288	09-08-02	weender	1600
stoof	DROGEN / VERHITTEN	binder	FD115	02-30279	289	09-08-02	weender	1600
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	binder	KB 115	02-37381	300	11-11-02	microbiologie	460
Thermoblok	DROGEN / VERHITTEN	Eppendorff	thermomixer comfort	535506482	310	09-01-29	microbiologie	90
Thermoblok	DROGEN / VERHITTEN	Eppendorff	thermomixer comfort	5355064661	311	09-01-29	microbiologie	90
stoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	FED720	91100-0059	315	24-06-05	monsterkamer	5000
Droogstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	FED720	2301047	316	21-02-03	monsterkamer	5000
Magnetron	DROGEN / VERHITTEN	CEM	Mars 5 ExpressS2252		325	11-12-03	anorganisch	1500
stoof	DROGEN / VERHITTEN	wtb binder	WTB	9010-0001	336		weender	1900
koelbroedstoof	DROGEN / VERHITTEN	Binder	KB 115	9020-0017	338	01-06-04	microbiologie	460
verwarmingsplaat	DROGEN / VERHITTEN	Labotech	LT 6		339	10-09-04	organisch	150
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	361	feb '06	anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	362	feb '06	anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	363	feb '06	anorganisch	0
verwarmingsmantel	DROGEN / VERHITTEN	Horst	nvt	nvt	364	feb '06	anorganisch	0
Moffeloven	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	AAF 1100	20-200090	365	feb '06	weender	6990
verwarmings met roermotor	DROGEN / VERHITTEN	heidolph	MR 3001 K	50043393	369	feb '06	organisch	650
magnetron	DROGEN / VERHITTEN	LG	intellowave ms-1932E	602 TAKK 00261	373	02-06-06	biofuels	800
vochtstoof	DROGEN / VERHITTEN	Carbolite	MF-S/1	20-600545	374	10-05-06	anorganisch	3900
Thermoblok	DROGEN / VERHITTEN	Eppendorff		26071	399	voorjaar 2006	microbiologie	350

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:  
beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 8.2 - Apparaten DROGEN / VERHITTEN

[illegible]



## BIJLAGE 8.3 - Apparaten KOELEN

Type apparaat	Categorie	Merknaam	Type	Serienummer	TLRnr	Datum van aanschaf:	AFDELING	Vermogen (Watt)
Koelcel Daniels	KOELEN	Danielse	MAS 120 N		187	01-01-87	monsterkamer	1100
TEMP Validatie	KOELEN	iks/compaq	js6/armada	597362	188	13-08-97	weender	50
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	10002 00310	226	16-09-99	monsterkamer	150
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	10002 00319	227	16-09-99	monsterkamer	150
klimaatkast	KOELEN	Bosch	Wine cooler	839894	235	21-10-99	microbiologie	150
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	1000200475	239	25-02-00	monsterkamer	150
koelkast	KOELEN	Kirsch	Labex 100	1000200487	240	25-02-00	monsterkamer	150
vriezer	KOELEN	Kirsch	labex 100	950200183	241	25-02-00	monsterkamer	150
vriezer	KOELEN	Kirsch	labex 100	950200184	242	25-02-00	monsterkamer	150
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo 500 N		287	01-08-02	anorganisch	250
vriezer	KOELEN	Derby	G 18 F	203080980	304	19-04-29	microbiologie	2120
klimaatkast	KOELEN	Derby global 48c-02	1111-1F4	301310019	314	2003 feb	microbiologie	3800
klimaatkast	KOELEN	Derby Global 48c-02	1111-1F4	310103272	328	01-01-06	microbiologie	250
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo 500 N		330	voor 2004	explo ruimte	250
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N		376		monsterkamer	250
vriezer	KOELEN	whirlpool	easytronic Aclass (3)		377		monsterkamer	250
vriezer	KOELEN	whirlpool	easytronic Aclass (2)		378		monsterkamer	250
vriezer	KOELEN	whirlpool	easytronic Aclass (1)		379		monsterkamer	250
koelkast	KOELEN	IARP			380		monsterkamer	250
koelbad CFPP	KOELEN	Julabo	F34	nb	415	15-08-07	biofuels	1000
koelkast	KOELEN	Framec	Framec	049CA76559	472	28-05-08	microbiologie	200
koelkast	KOELEN	gorenje		80430055	474	28-08-08	microbiologie	200
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08NA04757	475	28-08-08	microbiologie	250
klimaatkast	KOELEN	framec		724MB30379	478	28-05-08	microbiologie	300
koelkast	KOELEN	Menu	pr 40 r 134 a	740 mb 47406	483	06-06-08	anorganisch	280
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08 aa 00146	484	06-06-08	organisch	250
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07 ma 12610	485	06-06-08	organisch	285
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07 ma12622	486	06-06-08	organisch	285
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08 aa 11250	487	06-06-08	organisch	250
koelkast	KOELEN	Framec	menk pr 40 r134a	740mb47406	489	01-06-08	anorganisch	280
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08aa00150	493	17-06-08	organisch	250
vriezer	KOELEN	IARP	jumbo AB500N	08aa00146	494	17-06-08	organisch	250
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07ma12622	495	17-06-08	organisch	285
koelkast	KOELEN	IARP	Jumbo AB500PV	07ma12610	496	17-06-08	organisch	285
koelkast	KOELEN				C499		weender	250
koelkast	KOELEN				C500		biofuels	250
koelkast	KOELEN	Gorenje	HS1666	73630053	501	01-10-08	microbiologie	150
vriezer	KOELEN	GFL	6481	150937	507	04-12-08	microbiologie	1200
koelkast	KOELEN	Mondial Group	TTK PR 14 R134A ME/F	815CB88380	515	13-03-09	microbiologie	150
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-16	526	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-09	527	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-13	528	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-14	529	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-12	530	01-06-09	microbiologie	800
klimaatkast	KOELEN	esta	sd 1380	m211012-11	531	01-06-09	microbiologie	800
koelkast	KOELEN				542		organisch	200
koelkast	KOELEN				543		organisch	200
							Koelen:	21970
								22

# BIJLAGE 9: Haalbaarheidsstudie zonnepanelen

		NULMETING	NULMETING INCLUSIEF SDE	NULMETING INCLUSIEF SDE EN 200 W PIEK	NULMETING INCLUSIEF SDE EN HOGER ELEK- TARIEF	NULMETING INCLUSIEF SDE, HOGER ELEK-TARIEF EN 200 W PIEK
<b>Uitgangspunten</b>						
Jaarlijkse zonneinstraling	kWh/m²/jaar	1022	1022	1022	1022	1022
Zonnepaneelsysteemefficiëntie	%	10	10	10	10	10
Totaal dakoppervlak	m²	1150	1150	1150	1150	1150
Nuttig bruikbaar dakoppervlak	m²	860	860	860	860	860
Piekvermogen per m²	W	100	100	200	100	200
Piekvermogen per 860 m²	kW	86000	86000	172000	86000	172000
Jaarlijkse maximale elektriciteitsproductie	kWh/jaar	87000	87000	172000	87000	172000
<b>Investeringsraming</b>						
Investering per geïnstalleerd piekvermogen	Euro / W	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Totale investering installatie	Euro	473000	473000	946000	473000	946000
Engineeringskost (10% waarde installatie)	Euro	47300	47300	94600	47300	94600
Energie investeringsaftrek (fiscale maatregel)	Euro	-28948	-28948	-57961	-28948	-57961
Totale investeringskost	Euro	491352	491352	982639	491352	982639
<b>Terugverdientijd</b>						
Jaarlijks vermeden elektriciteitsinkoop	kWh/jaar	87000	87000	172000	87000	172000
Elektriciteitsprijs	Euro / kWh	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Jaarlijks vermeden kosten voor elektriciteit	Euro / jaar	8700	8700	17200	17400	34400
Onderhoudskosten (2% van de investering)	Euro / jaar	10406	10406	19653	10406	19653
Jaarlijkse kostenbesparing	Euro / jaar	-1706	-1706	-2453	6994	14747
SDE zon-groot (voor 2010):	Euro / kWh		0,377	0,377	0,377	0,377
Totaal subsidiebedrag:	Euro / jaar		32799	32799	32799	32799
Jaarlijkse kostenbesparing zonder subsidie:	Euro / jaar		-1706	-2453	6994	14747
Kostenbesparing met SDE (eerste jaar):	Euro / jaar		31093	30346	39793	47546
Eenvoudige terugverdientijd	jaar	niet haalbaar	16	32	12	21

<b>Uitgangspunten</b>	
Vermogen windturbine	1,5 kW
Aantal	3
Totaal vermogen	4,5 kW
Jaarlijkse elektriciteitsproductie	6000 kWh/jaar
<b>Investeringsraming</b>	
Investering per geïnstalleerd vermogen	9,3 Euro / W
Totale investering installatie	41710 Euro
Engineeringkost	4171 Euro
Energie investeringsaftrek	-1515 Euro
Totale investeringskost	44366 Euro
<b>Terugverdientijd</b>	
Jaarlijks vermeden elektriciteitsinkoop	6000 kWh/jaar
Elektriciteitsprijs	0,1 Euro / kWh
Jaarlijks vermeden kosten voor elektriciteit	600 Euro / jaar
Onderhoudskosten (1% van de investering)	444 Euro / jaar
Jaarlijkse kostenbesparing	156 Euro / jaar
Eenvoudige terugverdientijd	284 jaar

## BIJLAGE 11 – Haalbaarheidsstudie Tebodin koeling TLR

<b>Uitgangspunten</b>	<b>Luchtgekoelde koelinstallatie</b>	<b>Watergekoelde koelinstallatie</b>
Maximaal koelvermogen	250 kW	250 kW
Bedrijfsuren (vollast)	2000 uren / jaar	2000 uren / jaar
Maximale ruimtetemperatuur	25 °C	25 °C
COP	3,3	5
Jaarlijkse elektriciteitsgebruik	172000 kWh/jaar	120000 kWh/jaar
<b>Investeringsraming</b>		
Investering per geïnstalleerd koelvermogen	378 Euro / kW	500 Euro / kW
Totale investeringsraming	95000 Euro	195000 Euro
<b>Terugverdientijd energiezuinigere watergekoelde koelinstallatie</b>		
Meerinvestering		> 100000 Euro
Jaarlijks vermeden kosten voor inkoop elektriciteit		52000 kWh/jaar
Elektriciteitsprijs		0,1 Euro / kWh
Jaarlijkse kostenbesparing		5200 Euro / jaar
Eenvoudige terugverdientijd		> 19 jaar

**1. Chemische afvalstromen gedurende de afgelopen 4 jaar:**

<b>CHEMISCHE AFVALSTROMEN 2006-2009</b>				
<b>VOLUME (LITER)</b>				
<b>Omschrijving chemisch afval:</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Halogeenrijke organische vloeistoffen (< 40% Cl)	200	175	150	150
Halogeenarme, brandbare vloeistoffen	800	1175	1250	2325
Anorganische zuren	0	50	875	1675
Vials (vervuild met organische vloeistoffen)	0	135	160	285
Kjeldahlvloeistof	2025	2050	1450	2315
<b>Totaal:</b>	<b>3025</b>	<b>3585</b>	<b>3885</b>	<b>6750</b>

**Tabel 12.1: Afvalstromen chemicaliën periode 2006-2009 in liter (TLR, 2010)**

<b>CHEMISCHE AFVALSTROMEN 2006-2009</b>				
<b>PERCENTAGE</b>				
<b>Omschrijving chemisch afval:</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Halogeenrijke organische vloeistoffen (< 40% Cl)	6,6	4,9	3,9	2,2
Halogeenarme, brandbare vloeistoffen	26,4	32,8	32,2	34,4
Anorganische zuren	0,0	1,4	22,5	24,8
Vials (vervuild met organische vloeistoffen)	0,0	3,8	4,1	4,2
Kjeldahlvloeistof	66,9	57,2	37,3	34,3
<b>Totaal:</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabel 12.2: Afvalstromen chemicaliën periode 2006-2009 in procenten (TLR, 2010)****2. Belasting van chemisch afval en impact per afdeling**

Tabel 9.3 en 9.4 geven het aandeel in de chemische afvalstroom per afdeling weer. De afdeling monsterkamer gebruikt geen chemicaliën en derhalve ontstaan er ook geen chemische afvalstromen. In de afdeling microbiologie is er weinig chemisch afval. Het afval dat er ontstaat is van biologische aard. Dit afval wordt eveneens opgehaald, maar valt buiten de reikwijdte van dit onderzoek.

<b>CHEMISCHE AFVALSTROMEN 2006-2009</b> AANDEEL PER AFDELING IN VOLUME (LITER)				
<b>AFDELING</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
ORGANISCH	1000,0	1485,0	1560,0	2760,0
WEENDER EN ANORGANISCH	2025,0	2100,0	2325,0	3990,0
MICROOBIOLOGIE	0,0	0,0	0,0	0,0
MOKA	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal:</b>	<b>3025</b>	<b>3585</b>	<b>3885</b>	<b>6750</b>

**Tabel 12.3: Afvalstromen chemicaliën periode 2006-2009 per afdeling in volume (TLR, 2010)**

<b>CHEMISCHE AFVALSTROMEN 2006-2009</b> AANDEEL PER AFDELING IN %				
<b>AFDELING</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
ORGANISCH	33,1	41,4	40,2	40,9
WEENDER EN ANORGANISCH	66,9	58,6	59,8	59,1
MICROOBIOLOGIE	0,0	0,0	0,0	0,0
MOKA	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totaal:</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabel 12.4: Afvalstromen chemicaliën periode 2006-2009 per afdeling in percentage (TLR, 2010)**

### 1. Milieurelevante stoffeigenschappen van chemicaliën

Voor het uitvoeren van de risico-inventarisatie werd gekeken naar de milieurelevante stoffeigenschappen. Deze zijn terug te vinden op de Material Safety Data Sheet voor elke verbinding:

- Het kookpunt geeft een indicatie voor de brandbaarheid van de verbinding. Hoe lager bij kamertemperatuur, hoe groter het risico op ontvlambaarheid tijdens opslag en / of gebruik van de stof.
  - De wateroplosbaarheid geeft aan hoe de verbinding, indien deze in het milieucompartiment water terechtkomt, zich zal gedragen en of er al dan niet een tweefasen mengsel kan ontstaan.
  - De octanol-waterpartitiecoëfficiënt is een aanduiding voor het oplosend vermogen van de stof in de apolaire component octanol enerzijds, en het polaire water anderzijds. Deze verhouding geeft aan in welke mate een verbinding lipofiel is en simuleert daarbij de oplosbaarheid in het vetweefsel van mens en dier. Het geeft aan in welke mate een verbinding bio-accumuleerbaar is.
  - De pH geeft de zuurtegraad weer: des te lager de pH-waarde, des te hoger de zuurtegraad en het vermogen van de verbinding om haar onmiddellijke omgeving te verzuren.
  - De LD<sub>50</sub> (*Lethal Dose for 50% of the test subjects*) geeft aan bij welke toegediende dosis (per kg lichaamsgewicht), 50% van de proefdieren, in dit geval ratten, sterft. Hoe lager deze waarde, hoe meer toxisch de verbinding is.
  - De genotoxiciteit wordt zowel in vivo (proefdieren) als in vitro (laboratoriumtesten) bepaald. De Ames-test is een mutageniteits-test die op levende bacterieculturen wordt uitgevoerd.
- Bij dierproeven wordt bepaald of de verbinding kankerverwekkend of carcinogeen.
- De eco-toxiciteit van een verbinding wordt onder meer in vispopulaties getest. De LC<sub>50</sub> (*Lethal Concentration for 50% of the test subjects*) geeft aan bij welke concentratie (in mg/l) van de stof in het waterig milieu, de helft van de vissen afsterft. Ook hier geldt dat des te lager deze waarde is, de verbinding meer eco-toxisch is: er is immers minder van nodig om een dodelijk effect te hebben.

**2. Chemische risico-inventarisatie afdeling Organisch**

	Kookpunt (°C) (bij 1013hPa)	water- oplosbaar (g/l)	partitie coefficient (log Pow)	bio- accumulatie	pH (bij 20°C)
acetonitrile	81,6	volledig	-0,34	neen	---
aceton	56,2	volledig	-0,24	neen	5 - 6
dichloormethaan	40	20	1,25	neen	7
methanol	64,5	volledig	-0,77	neen	---
n-pentaaan	36	0,4	3,39	ja	---
mierenzuur	101	volledig	-0,54	neen	2,2
	acute orale toxiciteit LD50 (rat) (mg/kg)	Genotoxisch In vivo	In vitro (AMES)	Carcinogeen (in dierproeven)	Eco- toxiciteit LC50 (vis) (mg/l)
acetonitrile	2730 - 3800	neen	neen	neen	1640
aceton	5800	neen	neen	neen	5540
dichloormethaan	1600	---	ja	ja	193
methanol	5628	neen	neen	neen	15400
n-pentaaan	> 2000	---	neen	neen	---
mierenzuur	730	neen	neen	neen	46 - 100

**Tabel 13.1: Risico-inventarisatie chemicaliën op de afdeling Organische chemie**

a. Acetonitrile is een halogeenarme organische verbinding die wordt gebruikt bij de extractie van mycotoxines. Het product kan irritatie aan ogen, slijmvliezen en huid kan veroorzaken. Bij inslikken van deze verbinding en bij chronische blootstelling over een lange periode kan nier- en leverschade optreden. De toxiciteit van het product, uitgedrukt als Lethale Dosis LD, is laag tot gematigd: de LD<sub>50</sub> (oraal, rat) is tussen 2730 en 3800 mg/kg. Het omzetten van de stof naar waterstofcyanide kan leiden tot ernstige vergiftigingsverschijnselen, zoals ademhalingsmoeilijkheden, braken en misselijkheid. Acetonitrile is voor 98% biologisch afbreekbaar waardoor bio-accumulatie niet zal voorkomen. Het product kan wel een toxisch effect hebben op vis en plankton. Er is tevens gevaar voor de vorming van giftige en explosieve mengsels met lucht boven het wateroppervlak. Het product vormt een gevaar voor drinkwatervoorraden (Merck, 2010a).

b. Aceton is een halogeenarme, brandbare organische verbinding, die wordt aangewend in het extractieproces voor pesticiden, PAK's en PCB's. Ook wordt de stof gebruikt als spoelvlloeistof voor het drogen van glaswerk. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) waarde bedraagt 5800 mg/kg. Het product kookt al bij 56°C waardoor het erg vluchtig is en irritatie van ademhalingswegen kan veroorzaken. Bij inademing kunnen ook stoornissen van het centrale zenuwstelsel voorkomen, hetgeen duizeligheid en evenwichtsstoornissen kan veroorzaken.



Omdat het product goed wateroplosbaar is, zal het bij lozing op oppervlaktewater betrekkelijk snel verdund worden. Desondanks blijft het risico bestaan dat aceton de hoeveelheid zuurstof in water doet verminderen. Er is geen bio-accumulatief effect gekend (Merck, 2010b).

c. Dichloormethaan is een halogeenrijke organische verbinding die wordt gebruikt bij de extractie van pesticiden en PAK's en PCB's. De verbinding is erg vluchtig (kookpunt 40°C) en daardoor heel brandbaar. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) bedraagt 1600 mg/kg. Toxische effecten bij de mens zijn onder meer braken, misselijkheid en aantasting van het longslijmvlies. Op langere termijn kan schade aan de nieren en de lever optreden. Het product is slecht afbreekbaar in water: slechts 5 tot 26% wordt afgebroken. Bij een dosis van 193 mg/l is het toxisch voor vis (Merck, 2010c).

d. Methanol wordt gebruikt bij de extractie van mycotoxines en behoort tot de halogeenarme, brandbare organische vloeistoffen. Het is een alcohol en is toxisch bij inademing en inslikken van de vloeistof. Het veroorzaakt braken, misselijkheid en kan leiden tot blindheid. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) bedraagt 5628 mg/kg.

Bij langdurige blootstelling kan schade aan de nieren en de lever ontstaan.

Methanol is goed wateroplosbaar (tot 99%) en is daarom goed afbreekbaar. Toxiciteit bij vis, algen en bacteriën is wel vastgesteld (Merck, 2010d)

e. Pentaan of n-pentaan wordt toegepast bij de extractie van dioxines. Het behoort tot de halogeenarme, brandbare organische verbindingen. Bij een temperatuur van 36°C kookt pentaan, waardoor de brandbaarheid erg groot is.

De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) is groter dan 2000 mg/kg. Inhalatie en inslikken van pentaan veroorzaakt braken, longoedeem of zelfs een ademhalingsstilstand. Er kan een matige bio-accumulatie optreden. Pentaanlozingen vormen een aanzienlijk risico op contaminatie van drinkwatervoorraden (Merck, 2010e).

f. Mierenzuur is een organisch zuur dat bij de extractie van melamine wordt toegepast. De stof heeft een pH van 2,2 en is daarom zeer corrosief. Bij orale inname kan dit leiden tot ernstige brandwonden aan de mond, de keel en de slokdarm. De LD<sub>50</sub> (oraal, rat) bedraagt 730 mg/kg. Door de lage zuurtegraad verlaagt het product de pH van het waterige milieu waarin het wordt opgelost en heeft daardoor toxische effecten op vispopulaties.

Bio-accumulatie komt niet voor. Mierenzuur is voor 98% biologisch afbreekbaar door de goede wateroplosbaarheid (Merck, 2010f).

### 3. Chemische risico-inventarisatie afdeling Weender

	Kookpunt (°C) (bij 1013hPa)	water- oplosbaar (g/l)	partitie coefficient (log Pow)	bio- accumulatie	pH (bij 20°C)
zwavelzuur	103	volledig (hitte!)	---	neen	1
natriumhydroxide	---	volledig	-3,88	neen	14
	acute orale toxiciteit LC50 (rat) (mg/l)	Genotoxisch In vivo	In vitro (AMES)	Carcinogeen (in dierproeven)	Eco- toxiciteit LC50 (vis) (mg/l)
zwavelzuur	510 mg/m <sup>3</sup>	neen	neen	neen	EC50 (watervlo): 29
natriumhydroxide	1,57	neen	neen	neen	145

Tabel 13.2: Risico-inventarisatie chemicaliën op de afdeling Weender

#### 4. Chemische risico-inventarisatie afdeling Anorganisch

	Kookpunt (°C) (bij 1013hPa)	water- oplosbaar (g/l)	partitie coefficient (log Pow)	bio- accumulatie	pH (bij 20°C)
zwavelzuur	103	volledig (hitte!)	---	neen	1
salpeterzuur	122	volledig	-2,3	neen	< 1
zoutzuur	107	volledig	---	neen	< 1
boorzuur	185 (smeltpunt)	50 g/l	0,757	neen	3,8 - 4,8
loodstandaard	---	volledig	---	neen	0,5
cadmiumstandaard	---	volledig	---	ja	0,5
kwikstandaard	---	volledig	---	ja	< 1
arseenstandaard	---	volledig	---	ja	1,7

	acute orale toxiciteit LC50 (rat) (mg/l)	Genotoxisch In vivo	In vitro (AMES)	Carcinogeen (in dierproeven)	Eco- toxiciteit LC50 (vis) (mg/l)
zwavelzuur	510 mg/m <sup>3</sup>	neen	neen	neen	EC50 (watervlo): 29
salpeterzuur	0,13	neen	neen	neen	72
zoutzuur	3124	neen	neen	neen	25
boorzuur	2660	neen	neen (kan vruchtbaarheid aantasten)	neen	50-100
loodstandaard	---	---	---	neen	> 500
cadmiumstandaard	---	neen	neen	neen	1,94
kwikstandaard	---	neen	neen	neen	0,5
arseenstandaard	---	neen	neen	ja	1,1

Tabel 13.3: Risico-inventarisatie chemicaliën op de afdeling Anorganische chemie

**5. Alternatieven voor chemicaliëngebruik op de afdeling Organische chemie**

Parameter	Solvent Soxhlet TLR	Volume (ml)	Solvent SFE	Volume modifier (ml)	Solvent MAE	Volume (ml)	Solvent UAE	Volume (ml)
Mycotoxines	acetonitril en methanol	52 52	CO2 (6)	5	methanol (4)	20	methanol (4)	20
Pesticides (Combi 3 en 4)  (hoog polaire)	aceton en  dichloormethaan	80  125	N/A	5	tolueen (2)	10	ethylacetaat (11)	40
Pesticides (Combi1)  (non-polair en laag-polaire)	aceton	96	CO2 (7)	5	tolueen (2)	10	petroleum- ether en  aceton (8)	12,5  12,5
PAK's en PCB's	aceton en dichloormethaan	80 125	CO2 (5)	5	tolueen (2)	10	hexaan en aceton (5)	100 100
Dioxines	pentaan en dichloormethaan	62,5 62,5	CO2 (9)	5	tolueen (1)	30	aceton of tolueen (10)	50 50
Melamine	mierezuur	40	N/A	---	trichloorazijnzuur (3)	20	natriumfosfaat (12)	100

**Tabel 13.4: Alternatieve extractietechnieken voor vaste monstermatrices die bij TLR kunnen worden toegepast.**

## BIJLAGE 13 – Chemische risico-inventarisatie bij TLR International Laboratories

Parameter:	Soxhlet met:	Volume extractiemiddel per analyse (ml)	Aantal analyses 2010	Aantal analyses dag (8-uursdag)	Aantal analyses op jaarbasis (260 werkdagen)	Hoeveelheid vermeden extractiemiddel (liter/jaar)
Mycotoxines	acetonitril	52	50/24 uur	17	4333	225
	methanol	52		17	4333	225
Pesticides	aceton	80	30/week	6	1560	125
Combi 3 & 4	dichloormethaan	125		6	1560	195
Pesticides	aceton	96	35 dag	35	9100	874
Combi 1						
PAK's en	aceton	80	10 dag	10	2600	208
PCB's	dichloormethaan	125		10	2600	325
Dioxines	pentaan	62,5	10 dag	10	2600	163
	dichloormethaan	62,5		10	2600	163
Melamine	mierezuur	40	5 week	1	260	10

**Tabel 13.5: Vermeden extractiemiddel bij toepassing van SFE**

## BIJLAGE 14 – Uitnodiging tot deelname aan de onderzoekenquête

---

Geachte heer, mevrouw, goede middag,

Binnen enkele maanden studeer ik af als Master of Science in Natuur- milieuwetenschappen aan de Open Universiteit Nederland.

Mijn afstudeeronderzoek is getiteld “Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium – Beleidsonderzoek naar de naar energie- en afvalreductie en de rol van een milieumanagementsysteem”.

Een belangrijke onderdeel van mijn onderzoek is het enquêteren van experts over duurzaam energie- en chemicaliënbeheer in laboratoria. De enquête bestaat uit een aantal stellingen, die de essentie van het literatuur- en praktijkonderzoek samenvatten en die ik wil toetsen.

Ik bezocht de website van uw bedrijf en kon daaruit opmaken dat dit, als chemisch lab, behoort tot één van de doelgroepen die geschikt zijn voor het invullen van de enquête.

Onderstaande link brengt u naar het survey. Op de eerste pagina kan U een introductie lezen betreffende de opzet van de enquête.

Ik zou het erg appreciëren als u uw mening zou kunnen geven.

<http://www.multiqonsult.nl/Qsurvey/TakeSurvey.asp?SurveyID=6MJ793136l61G>

Moest U alsnog concluderen dat U er eigenlijk niet de geschikte expertise voor bezit, mag U deze e-mail altijd doormailen naar mensen uit uw netwerk.

Als U vragen hebt, of als er bij het invullen technische problemen zouden opduiken, dan hoor ik dat graag.

Nogmaals dank voor de medewerking.

Met vriendelijke groeten,  
Tim Thys, BSc

Open Universiteit Nederland  
School of Science  
Faculty of Environmental Sciences  
[www.ou.nl](http://www.ou.nl)

## BIJLAGE 14 – Uitnodiging tot deelname aan de onderzoekenquête

---

Dear....., good morning,

Some time ago, I asked you if I could sent you a survey which I need to conduct to conclude my Master of science studies.

The survey is about sustainability in chemical laboratories and the different ways to cope with that issue when it comes to energy and the use of chemicals.

Undermentioned link takes you directly to the survey, that starts with an introductory page in which you can read more details.

<http://www.multiqonsult.nl/Qsurvey/TakeSurvey.asp?SurveyID=822n83125p21G>

Because of the focus of your institute on sustainability, I assume you, or one of your colleagues will have the proper expertise to fill it out for me.

It'll take no more then 20 minutes of your time.

In case you are not able to do so, someone in your network might do. In that case, it would be great if you could forward this e-mail to the right person.

Please feel free to contact me if you should have questions or encounter technical problems.

Thank you and kind regards,

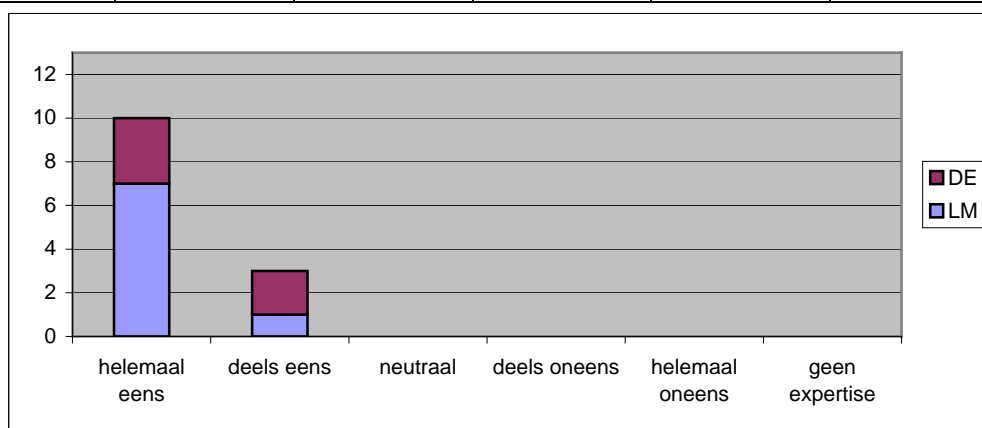
Tim Thys, BSc

Open Universiteit Nederland  
School of Science  
Faculty of Environmental Sciences  
[www.ou.nl](http://www.ou.nl)

## A. Algemene knelpunten in het verduurzamen van het energiegebruik van een chemisch laboratorium

**Stelling 1: Chemische laboratoria hebben doorgaans een hoger energieverbruik dan kantoorgebouwen.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
LM	7	1	0	0	0	0
DE	3	2	0	0	0	0



### Resultaten:

Zeven laboratoriummanagers en drie duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens. Eén laboratoriummanager en twee duurzaamheidexperts zijn het gedeeltelijk eens. Niemand van de respondenten is het met deze stelling (deels of helemaal) oneens.

### Toelichting van respondenten:

Eén laboratoriummanager zegt in een toelichting dat het hogere energieverbruik vooral te maken heeft met de veiligheids- en ventilatie-eisen van een laboratorium.

### Conclusie:

Alle dertien respondenten zijn het helemaal of deels eens met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

**Stelling 2: Producenten van analyseapparatuur focussen voornamelijk op het analyserend vermogen van hun product en niet op de energie-efficiëntie.**

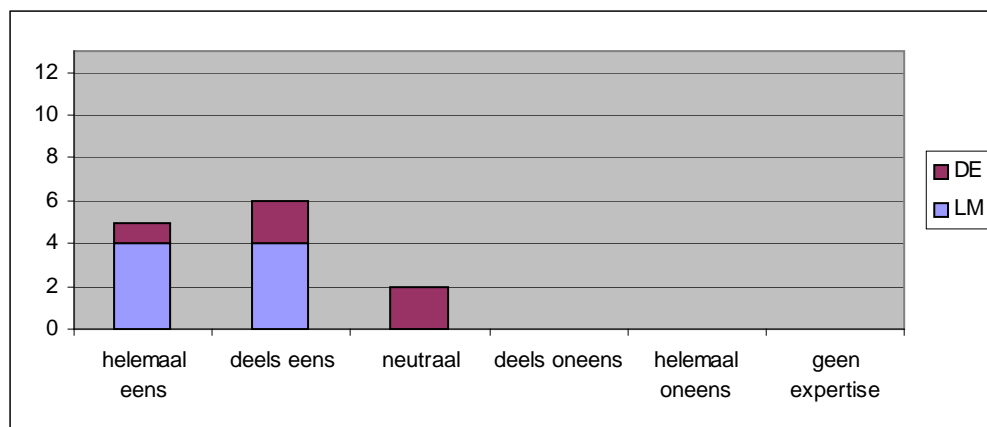
	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
LM	4	4	0	0	0	0
DE	1	2	2	0	0	0

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik



## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Vier laboratoriummanagers en één duurzaamheidsexpert zijn het helemaal eens met de stelling. Vier laboratoriummanagers en twee duurzaamheidsexperts zijn het deels eens. Twee duurzaamheidsexperts zeggen neutraal te zijn. Niemand is het (deels of helemaal) oneens met de stelling.

### Toelichting van respondenten:

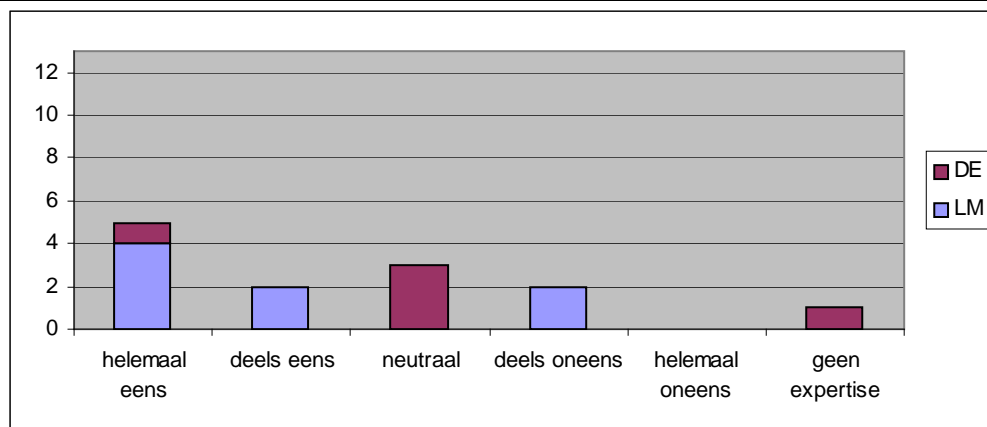
Eén laboratorium manager geeft aan in de toelichting dat het verbeteren van het analyserend vermogen van analyseapparatuur tevens een energiebesparend neveneffect kan hebben.

### Conclusie:

Elf van de dertien respondenten zijn het eens met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

***Stelling 3: In de meeste gevallen is het niet mogelijk om een energiezuinige modus te selecteren waardoor analyseapparatuur minder energie verbruikt.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
LM	4	2	0	2	0	0
DE	1	0	3	0	0	1



### Resultaten:

Vier laboratoriummanagers en één duurzaamheidsexpert zijn het er volledig mee eens terwijl twee laboratoriummanagers het er deels mee eens zijn.

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

Drie duurzaamheidexperts zijn neutraal, en één geeft aan hier niet over de vereiste expertise te bezitten. Twee laboratoriummanagers zijn het deels oneens met de stelling.

### Toelichting van respondenten:

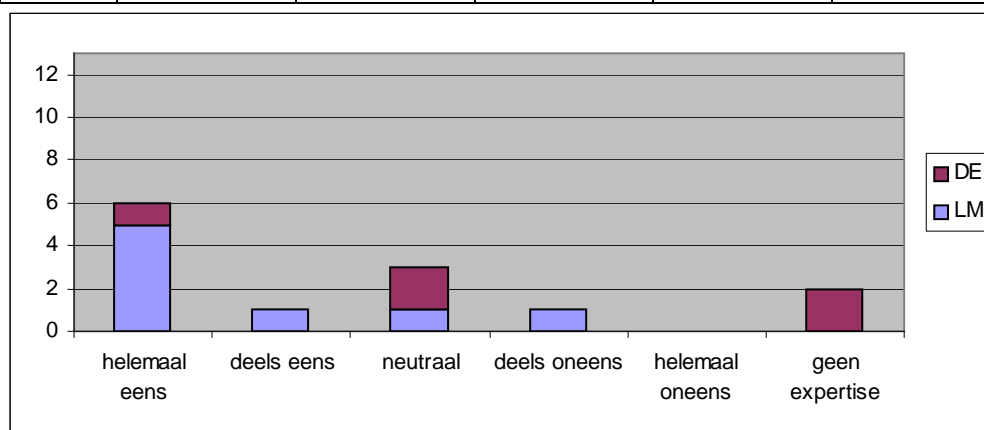
Twee laboratoriummanagers hebben in aanvullende commentaar aangegeven dat er bij sommige apparaten wel een stand-by modus is, waardoor de apparaten onder bepaalde omstandigheden wel iets minder energie verbruiken.

### Conclusie:

Zeven van de dertien respondenten zeggen het eens / deels eens te zijn met de stelling. Er wordt geen duidelijke uitspraak gedaan. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 4: Het uitschakelen van hoogtechnologische analyseapparatuur (zoals GC of LC toestellen) ten behoeve van energiebesparing is nadelig vanwege problemen bij het opnieuw in gebruik nemen.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	5	1	1	1	0	0
DE	1	0	2	0	0	2



### Resultaten:

Vijf laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het volledig eens terwijl één laboratoriummanager er het deels mee eens is. Eén laboratoriummanager en twee duurzaamheidexperts zijn neutraal. Eén laboratoriummanager is het deels oneens met de stelling en twee duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te bezitten.

### Toelichting van respondenten:

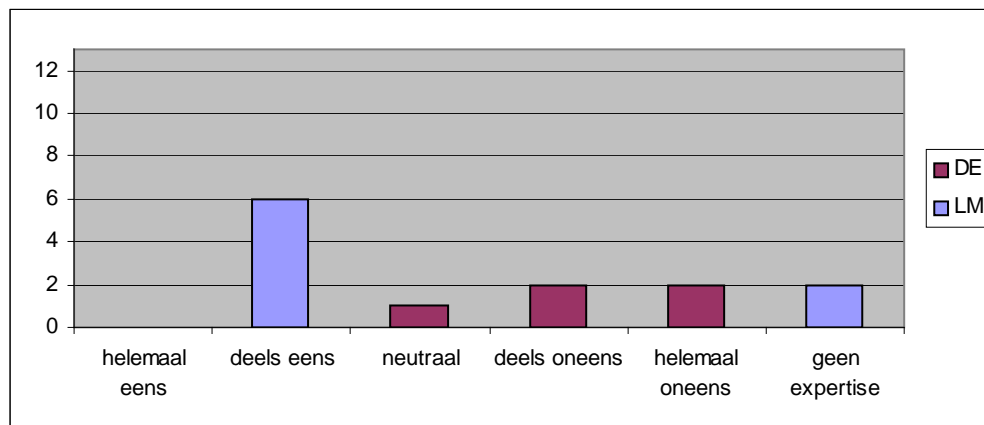
Drie laboratoriummanagers bevestigen de stelling in hun aanvullend commentaar. Een ervan zegt dat dit in het bijzonder geldt voor chromatografische apparatuur die, wanneer tijdelijk wordt uitgeschakeld, een lange tijd nodig heeft om opnieuw operationeel te zijn.

### Conclusie:

Zeven van de dertien respondenten zeggen het eens / deels eens te zijn met de stelling. Er wordt geen duidelijke uitspraak gedaan. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**Stelling 5: De in de wet- en regelgeving voorgeschreven analysemethoden (vb. EU regelgeving of ISO standaarden) laten geen ruimte voor het aanwenden van energie- en milieuvriendelijkere apparatuur.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
LM	0	6	0	0	0	2
DE	0	0	1	2	2	0



### Resultaten:

Niemand van de respondenten is het helemaal eens met deze stelling.

Zes van de acht laboratoriummanagers zijn het deels eens met deze stelling, de andere twee geven aan hierover geen expertise te bezitten. Eén duurzaamheidsexpert is neutraal en twee zijn het deels oneens. De overige twee duurzaamheidsexperts zijn het helemaal oneens.

### Toelichting van respondenten:

Twee laboratoriummanagers zeggen in een toelichting dat er wel ruimte is om energievriendelijke alternatieven aan te wenden, hoewel ze toegeven dat die ruimte beperkt is. Eén laboratoriummanager vindt dat er helemaal geen energievriendelijke alternatieven zijn.

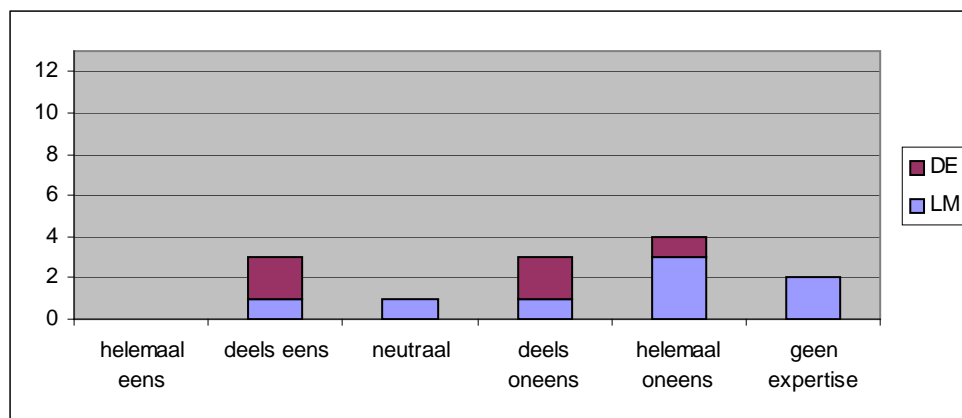
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen, waardoor geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**Stelling 6: Vanwege de hoge vraag naar elektriciteit zijn laboratoria nooit in staat om hun eigen behoeften te dekken door zelf elektriciteit op te wekken (met zonne- of windenergie).**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
LM	0	1	1	1	3	2
DE	0	2	0	2	1	0

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Twee duurzaamheidsexperts en één laboratoriummanagers zijn het deels eens, één laboratoriummanager is neutraal en één is het deels oneens. Drie zeggen het er helemaal mee oneens te zijn en de overige twee laboratoriummanagers zeggen niet over de vereiste expertise te beschikken. Twee duurzaamheidsexperts zijn het deels eens en twee zijn het deels oneens. Een laatste duurzaamheidsexpert is het helemaal oneens.

### Toelichting van respondenten:

Er is verdeeldheid onder de respondenten. Een laboratoriummanager becommentarieert dat het niet noodzakelijk economisch rendabel hoeft te zijn om een deel van de elektriciteit met zonnepanelen op te wekken en zegt dat het ook kan vanuit een maatschappelijke betrokkenheid. Een andere laboratoriummanager zegt dat de veelal grote platte daken van laboratoria ideaal zijn om groene energie op te wekken.

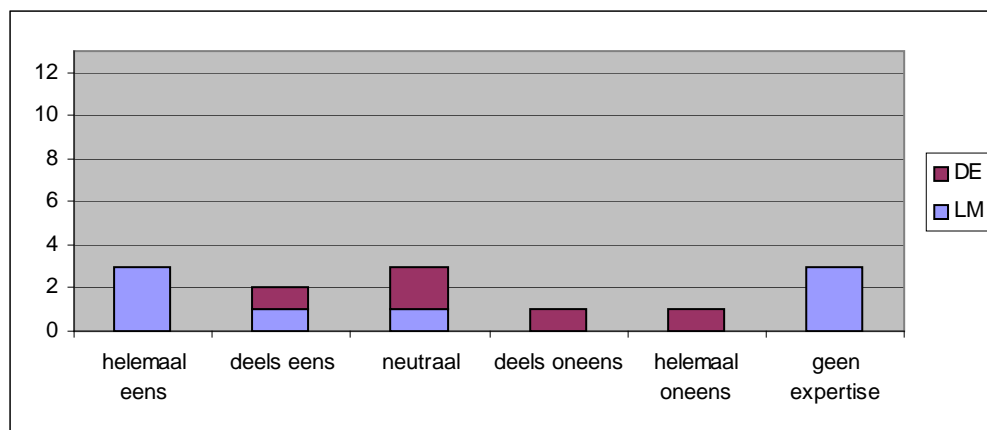
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen, waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 7: Voor het gros van de laboratoria is het economisch onrendabel om zonder subsidies zelf elektriciteit te produceren.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
LM	3	1	1	0	0	3
DE	0	1	2	1	1	0

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Drie laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling en één is het er deels mee eens. Eén blijft neutraal en drie laboratoriummanagers geven aan geen expertise te hebben over deze materie. Slechts één duurzaamheidsexpert is het deels eens en twee zijn neutraal. Eén duurzaamheidsexpert is het deels oneens en één is het helemaal oneens met de stelling.

### Toelichting van respondenten:

Twee duurzaamheidsexperts zeggen in de toelichting dat de juistheid van deze stelling sterk afhangt van de regio waar men zich bevindt en dat deze optie op lange termijn wel rendabel kan zijn. Een laboratoriummanager vindt dat de stelling wel kan kloppen als de huidige prijszetting voor elektriciteit drastisch zou verhogen.

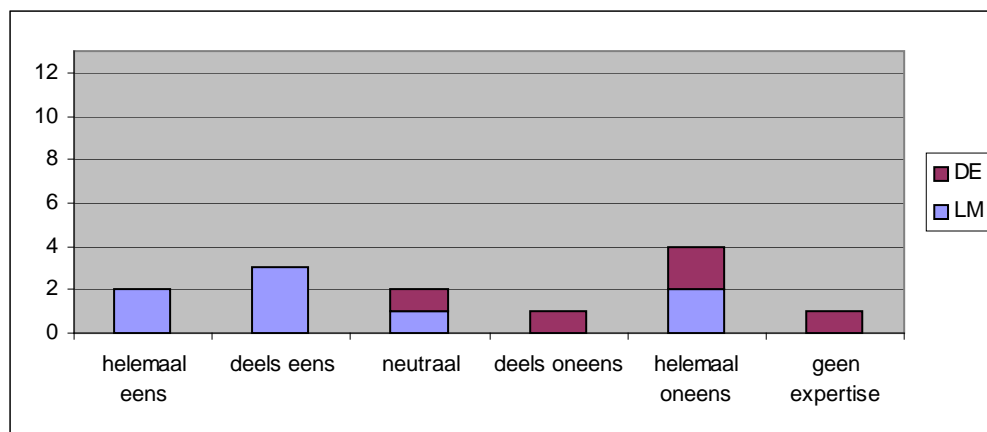
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 8: In de ARBOwetgeving zijn bepalingen opgenomen over het verversen van lucht in laboratoriumruimten (gemiddeld 7 maal per uur). Dit vereist een grote hoeveelheid energie. Omwille van de wettelijke bepalingen is het niet mogelijk om het aantal verversbeurten terug te dringen en zo energie te besparen.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
LM	2	3	1	0	2	0
DE	0	0	1	1	2	1

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling, drie zijn het deels eens en één is neutraal. Eén duurzaamheidexpert is eveneens neutraal, één is het deels oneens en twee zijn het helemaal oneens. Eén duurzaamheidexpert vindt dat hij of zij hierover onvoldoende expertise bezit.

### Toelichting van respondenten:

Twee laboratoriummanagers geven in een toelichting aan dat de gezondheid van de werknemers van primair belang is en denken daarom dat het terugdringen van ventilatiebeurten niet mogelijk is. Een derde laboratoriummanager is van mening dat er vaak te veel wordt ververst, zeker omdat er vaak over-ventilatie plaatsvindt doordat zuurkasten bijvoorbeeld onnodig blijven werken.

Eén duurzaamheidexpert geeft eveneens aan dat vluchtige en toxische bestanddelen van de werkplekken moeten worden verwijderd.

### Conclusie:

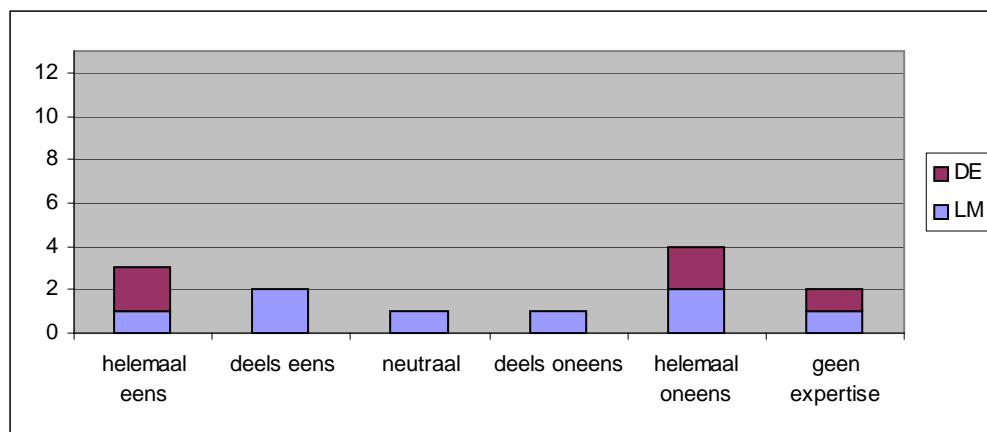
De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 9: Het terugwinnen van warmte uit ventilatielucht die vervuild is met chemische stoffen is niet mogelijk in verband met gezondheidsrisico's voor de medewerkers***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>LM</b>	1	2	1	1	2	1
<b>DE</b>	2	0	0	0	2	1

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

---



### Resultaten:

Met deze stelling zijn twee duurzaamheidsexperts en één laboratoriummanager het helemaal eens, terwijl twee laboratoriummanagers het er deels mee eens zijn. Eén laboratoriummanager zegt neutraal te zijn en één is het deels oneens. Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal oneens en tenslotte geeft één aan geen expertise te bezitten. Twee duurzaamheidsexperts zijn het helemaal oneens. Tenslotte zegt één duurzaamheidsexpert er geen expertise over te bezitten.

### Toelichting van respondenten:

Eén duurzaamheidsexpert geeft in de toelichting aan dat elke vorm van warmteterugwinning met de juiste zuiveringstechnologie mogelijk moet zijn, maar dat er wel energieverlies kan optreden. Twee labmanagers lichtten eveneens toe dat het gebruik van de juiste technologie de ventilatielucht kan zuiveren zodat warmteterugwinning wel mogelijk is.

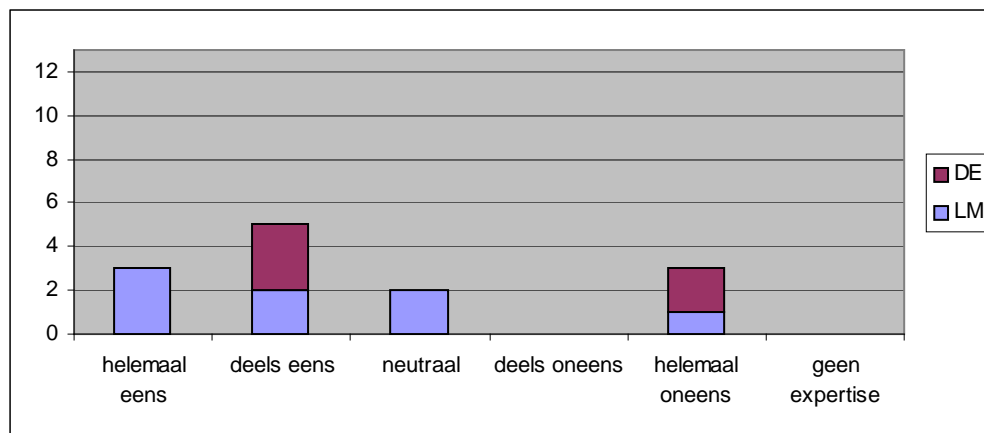
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**B: Algemene knelpunten in het verduurzamen van het chemicaliëngebruik in een chemisch laboratorium.**

***Stelling 10: Het gebruik van risicovolle en milieuvervuilende chemicaliën in laboratoria is onvermijdelijk.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
LM	3	2	2	0	1	0
DE	0	3	0	0	2	0

**Resultaten:**

Drie laboratoriummanagers zijn het helemaal eens en twee zijn het deels eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal en één is het helemaal oneens. Drie duurzaamheidexperts zijn het deels eens en twee zijn het helemaal oneens.

**Toelichting van respondenten:**

Een laboratoriummanager geeft aan in een toelichting dat de huidige analysetechnieken en methoden minder risicovolle en milieuvervuilende chemicaliën gebruiken dan vroeger.

Ook wordt door een andere laboratoriummanager aangegeven dat er wel alternatieven bestaan en dat die trend zich in de toekomst zal doorzetten.

**Conclusie:**

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 11: Chemicaliëngebruik in laboratoria leidt altijd tot schadelijke milieueffecten.***

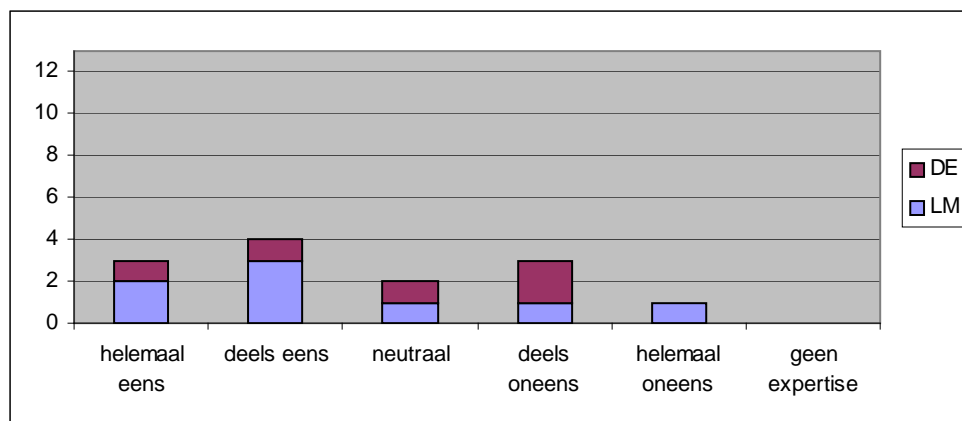
	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
LM	2	3	1	1	1	0
DE	1	1	1	2	0	0

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik



## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal eens en drie het deels eens met de stelling. Eén zegt neutraal te zijn, één deels oneens en één is het helemaal oneens. Onder de duurzaamheidexperts is één het helemaal eens, één het deels eens en één neutraal. Tenslotte zijn twee duurzaamheidexperts het deels oneens.

### Toelichting van respondenten:

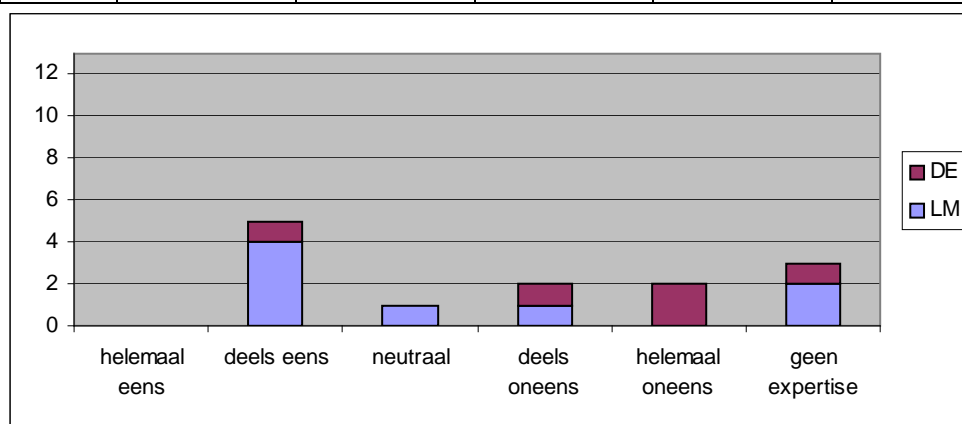
Eén labmanager gaf in de toelichting aan dat de vraagstelling onduidelijk was.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 12: De in de wet- en regelgeving voorgeschreven analysemethoden (EU-regelgeving, ISO standaarden) laten geen ruimte voor het aanwenden van milieuvriendelijkere chemicaliën.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
LM	0	4	1	1	0	2
DE	0	1	0	1	2	1



Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Niemand van de respondenten is het helemaal eens met de stelling. Vier laboratoriummanagers zijn het deels eens, één is neutraal en één is het deels oneens. Twee laboratoriummanagers zeggen over onvoldoende expertise te beschikken. Eén duurzaamheidexpert is het deels eens met de stelling en één is het deels oneens. Tenslotte zeggen twee duurzaamheidexperts er geen expertise over te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

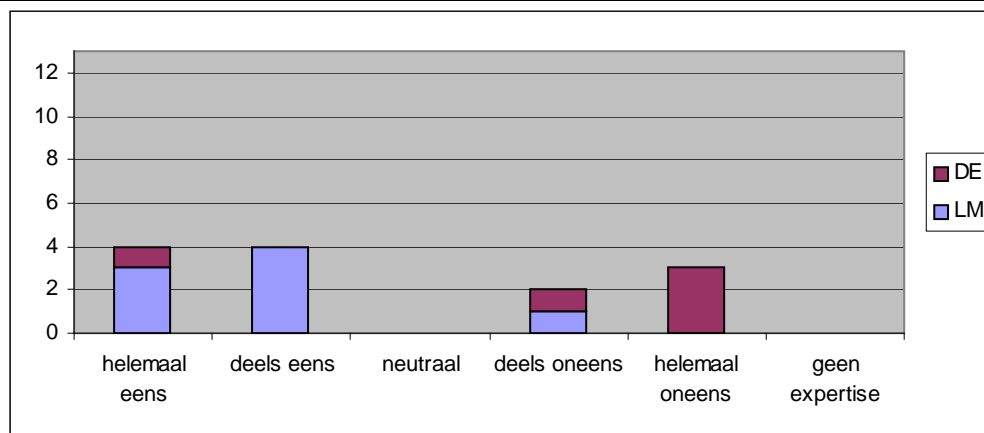
Eén duurzaamheidexpert zegt dat de klassieke chemische methoden betrouwbaarder zijn dan alternatieve “groene” methoden (zoals bijvoorbeeld bio-assays), maar geeft niet aan waarom dit zo is. Een laboratoriummanager licht toe dat zij door haar onderzoekswerk aan de faculteit weinig te maken heeft met dwingend voorgeschreven methoden.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 13: De hoge zuiverheideisen ('pro-analyse') die aan chemicaliën worden gesteld, laten geen ruimte voor recyclage van chemisch afval.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
LM	3	4	0	1	0	0
DE	1	0	0	1	3	0



### Resultaten:

Bij de laboratoriummanagers zijn er drie die het helemaal eens zijn met de stelling en 4 die het deels eens zijn. Eén is het deels oneens. Eén duurzaamheidexpert is het helemaal eens en één is het deels oneens. Drie duurzaamheidexperts zijn het helemaal oneens.

### Toelichting van respondenten:

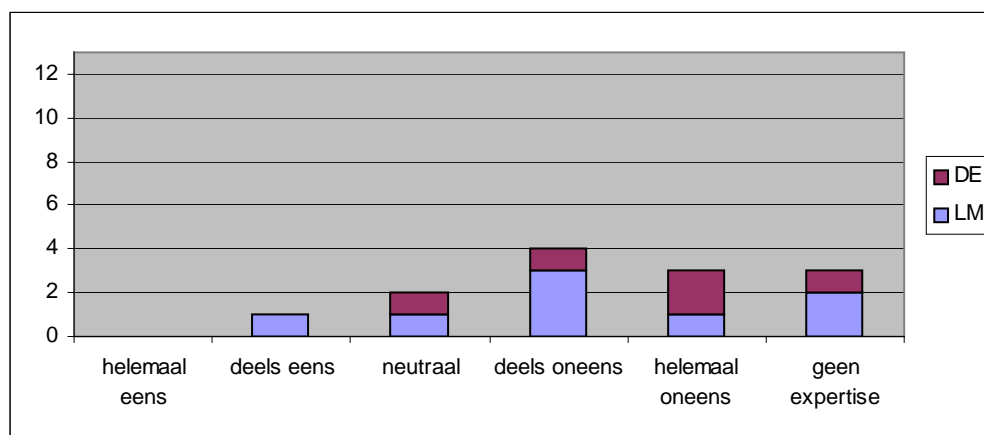
Een laboratoriummanager zegt dat het vooral een kwestie van de hoeveelheid chemicaliën is, en niet van de zuiverheid. Hij geeft daarbij aan dat hij het liefst zou inzetten op het reduceren van de hoeveelheid, maar dit heeft als consequentie dat er dan ook minder kan worden gerecycleerd. Een duurzaamheidexpert bevestigt dat nieuwere apparatuur een lagere chemicaliënvraag heeft.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 14: Het vervangen van milieubelastende chemicaliën door alternatieven tijdens het analyseproces (zoals bvb. supercritical fluid extraction) heeft een negatieve invloed op de snelheid van de analyse en is daarom geen optie voor laboratoria om het chemicaliëngebruik te verminderen.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
LM	0	1	1	3	1	2
DE	0	0	1	1	2	1



### Resultaten:

Niemand van de respondenten is het helemaal eens met deze stelling. Slechts één laboratoriummanager is het deels eens. Een laboratoriummanager en een duurzaamheidexpert geven aan neutraal te zijn. Drie laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het deels oneens. Eén laboratoriummanager en twee duurzaamheidexperts zijn het deels eens. Tenslotte geven twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert aan geen expertise te hebben om deze stelling te beoordelen.

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

---

### Toelichting van respondenten:

Zowel laboratoriummanagers als duurzaamheidexperts geven aan dat ze volop willen inzetten op alternatieve methoden.

ICP/MS wordt door één van de laboratoriummanagers genoemd als een ander alternatief terwijl ook UPLC bij chromatografische apparatuur een sneller én groener alternatief is.

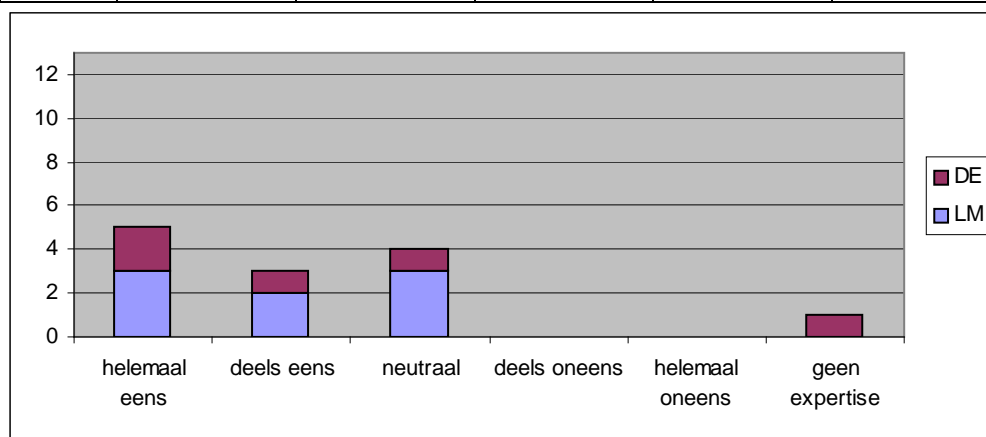
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**C. Maatregelen om het energiegebruik in een chemisch laboratorium te verduurzamen.**  
**C1. Technische maatregelen om energie te besparen in een chemisch laboratorium**

***Stelling 15: Het terugwinnen en hergebruiken van warmte uit de ventilatielucht van de KANTOOR-ruimte elders in het laboratoriumgebouw, draagt bij aan het verminderen van het energieverbruik.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
LM	3	2	3	0	0	0
DE	2	1	1	0	0	1



**Resultaten:**

Drie laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens over deze stelling. Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het deels eens. Drie laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn neutraal. Tenslotte geeft één duurzaamheidexpert aan dat hij of zij niet over de geschikte expertise beschikt.

**Toelichting van respondenten:**

Eén laboratoriummanager geeft in een toelichting aan dat het terugwinnen van warmte ook geld kan kosten door het aanpassen van de infrastructuur.

**Conclusie:**

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

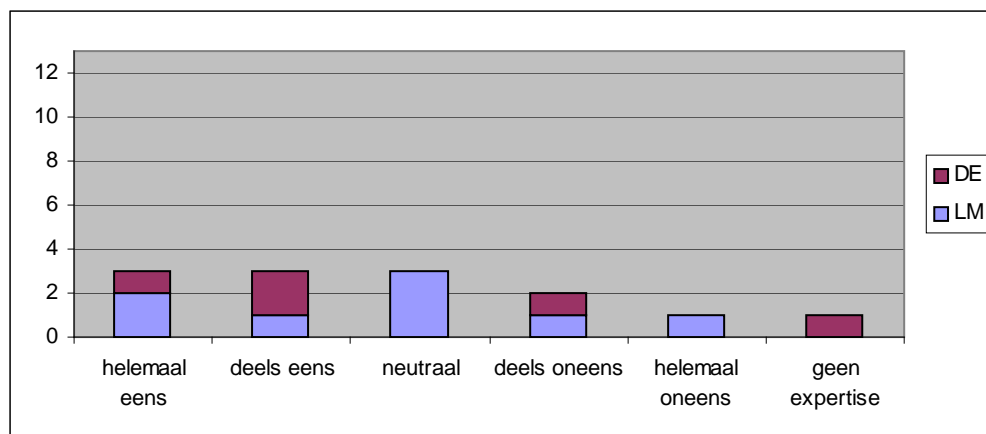
***Stelling 16: Het terugwinnen en hergebruiken van warmte uit de ventilatielucht van de LABORATORIUM-ruimte elders in het laboratoriumgebouw, draagt bij aan het verminderen van het energieverbruik.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
LM	2	1	3	1	1	0
DE	1	2	0	1	0	1

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens met deze stelling. Eén laboratoriummanager en twee duurzaamheidexperts zijn het er deels mee eens. Drie laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het deels oneens terwijl één laboratoriummanager het helemaal oneens is. Tenslotte geeft één duurzaamheidexpert aan geen expertise te hebben.

### Toelichting van respondenten:

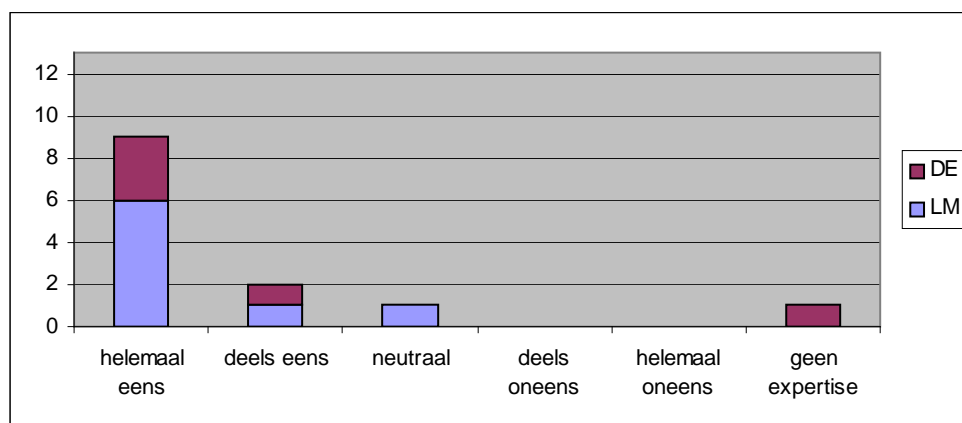
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 17: Het grondig isoleren van wanden, muren, plafonds en buizen beperkt aanzienlijke warmteverliezen en draagt significant bij aan het verminderen van het energieverbruik.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
LM	6	1	1	0	0	0
DE	3	1	0	0	0	1



Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Zes laboratoriummanagers en 3 duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het deels eens. Eén laboratoriummanager zegt neutraal te zijn. Eén duurzaamheidexpert geeft aan geen expertise te bezitten.

### Toelichting van respondenten:

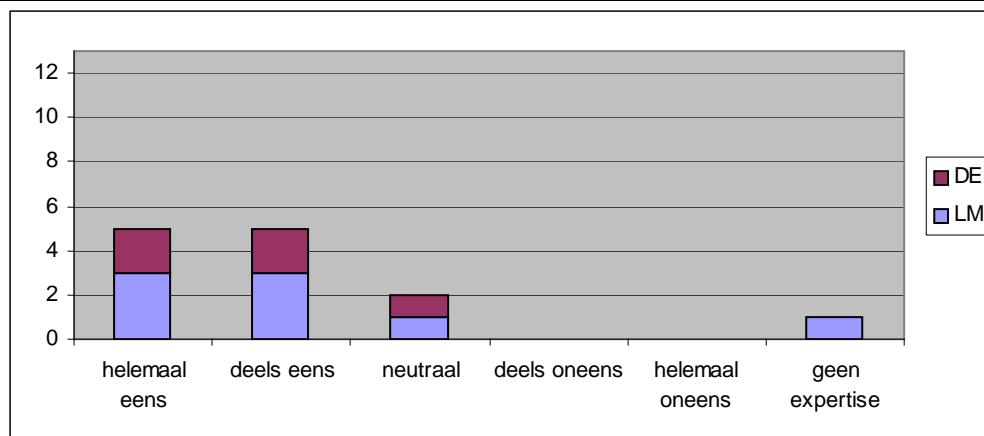
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

Elf van de dertien respondenten zeggen het eens / deels eens te zijn met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

***Stelling 18: Door het toepassen van VAV (variable air volume) ventilatie, waarbij het laboratorium fysiek in verschillende compartimenten wordt opgedeeld, wordt het energieverbruik, noodzakelijk voor ventilatiedoeleinden, verminderd.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
LM	3	3	1	0	0	1
DE	2	2	1	0	0	0



### Resultaten:

Drie laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens en eenzelfde aantal deels eens. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn neutraal. Eén laboratoriummanager zegt dat hij of zij niet de vereiste expertise heeft om deze stelling te beoordelen.

### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

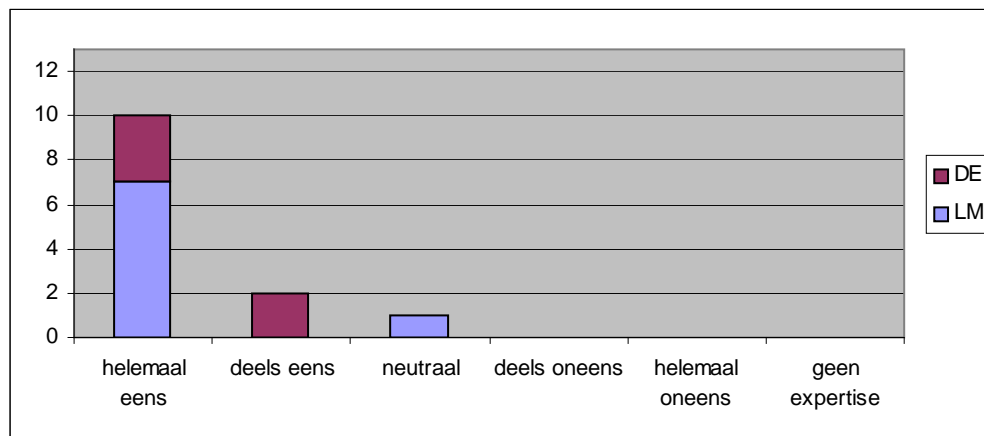
### Conclusie:

Tien van de dertien respondenten zeggen het eens / deels eens te zijn met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

**Stelling 19: Het toepassen van Long-Life verlichting (bvb. LED) dat wordt bediend door middel van bewegingssensoren, levert een belangrijke bijdrage aan het verminderen van het energieverbruik.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
LM	7	0	1	0	0	0
DE	3	2	0	0	0	0



### Resultaten:

Zeven laboratoriummanagers en drie duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens, terwijl twee duurzaamheidexperts het deels eens zijn met de stelling.

Eén laboratoriummanager zegt neutraal te zijn. Niemand is het oneens met de stelling.

### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

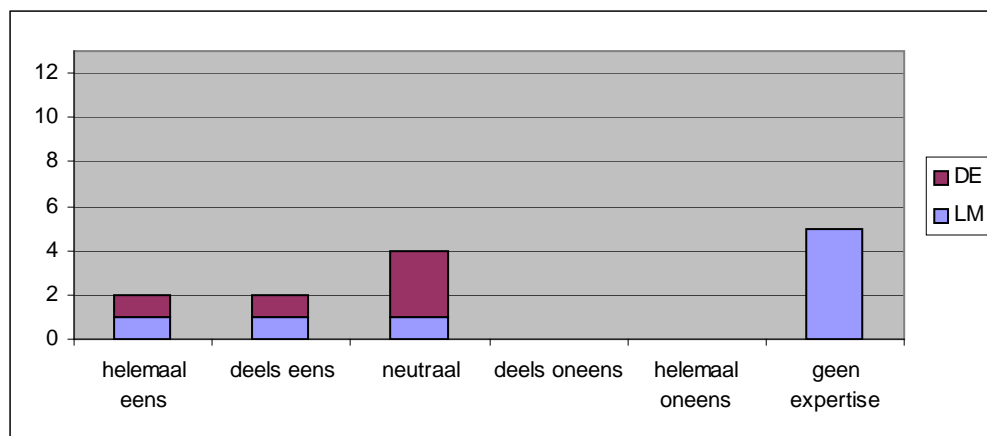
Twaalf van de dertien respondenten zeggen het eens / deels eens te zijn met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

**Stelling 20: De installatie van een warmte-pomp is een geschikt alternatief voor de conventionele centrale verwarmingsketel.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>
LM	1	1	1	0	0	5
DE	1	1	3	0	0	0



## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Zowel een laboratoriummanager als één duurzaamheidsexpert zijn het helemaal eens met de stelling. Eenzelfde aantal is het deels eens. Drie duurzaamheidsexperts en één laboratoriummanager zijn neutraal. Vijf laboratoriummanagers zeggen geen expertise te hebben om deze stelling te beoordelen.

### Toelichting van respondenten:

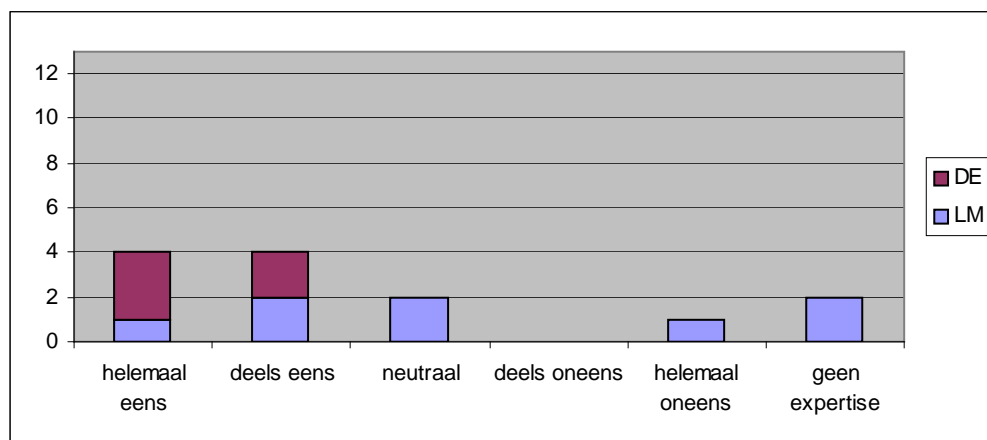
Een laboratoriummanager zegt in de toelichting dat in koude klimaten, warmtepompen geen oplossing zijn.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 21: Het toepassen van een luchtgekoelde koelinstallatie met zomernachtventilatie is geschikt om het energieverbruik te verminderen.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
LM	1	2	2	0	1	2
DE	3	2	0	0	0	0



Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Drie duurzaamheidexperts en één laboratoriummanager zijn het helemaal eens. Twee duurzaamheidexperts en twee laboratoriummanagers zijn het deels eens. Twee laboratoriummanagers zeggen neutraal te zijn. Eén laboratoriummanager is het helemaal oneens en twee laboratoriummanagers zeggen geen expertise te hebben.

### Toelichting van respondenten:

Eén van de duurzaamheidexperts wijst in de toelichting op de potentiële gevaren van het openen van ventielen naar de buitenlucht bij laboratoria die met biologische agentia werken zoals bacteriën en virussen.

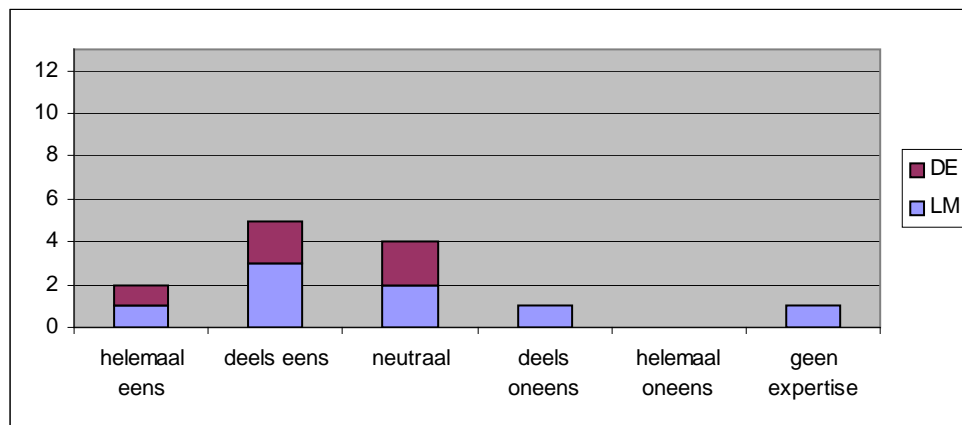
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### **Stelling 22:**

***Eigen elektriciteitsproductie met zonnepanelen is een geschikt alternatief voor een laboratorium om het energieverbruik te verminderen.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
LM	1	3	2	1	0	1
DE	1	2	2	0	0	0



### Resultaten:

Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens. Drie laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zijn het deels eens. Twee laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zeggen neutraal te zijn. Eén laboratoriummanager is het deels oneens en nog één zegt hierover geen expertise te hebben.

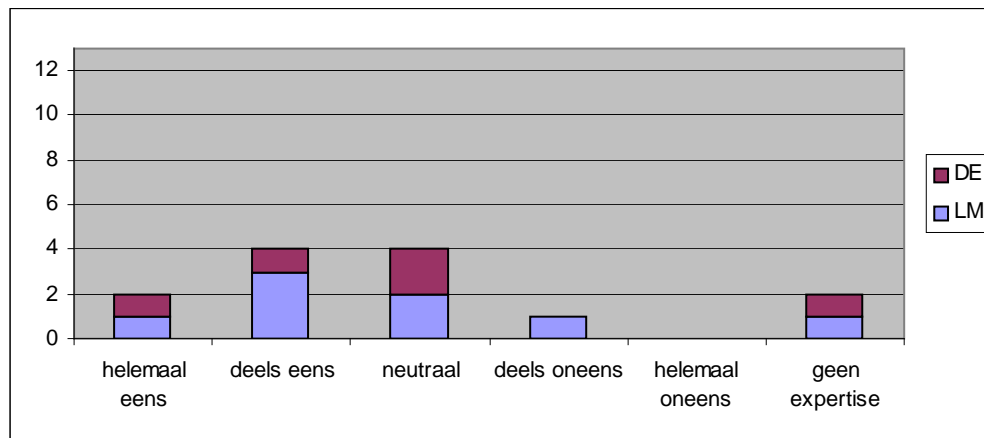
### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

Conclusie: De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**Stelling 23: Eigen elektriciteitsproductie met windturbines is een geschikt alternatief voor een laboratorium om het energieverbruik te verminderen.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	1	3	2	1	0	1
DE	1	1	2	0	0	1



**Resultaten:**

Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens. Drie laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het deels eens. Twee laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts geven aan neutraal te zijn. Eén laboratoriummanager is het deels oneens. Twee respondenten geven aan niet over de geschikte expertise te beschikken, namelijk één laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert.

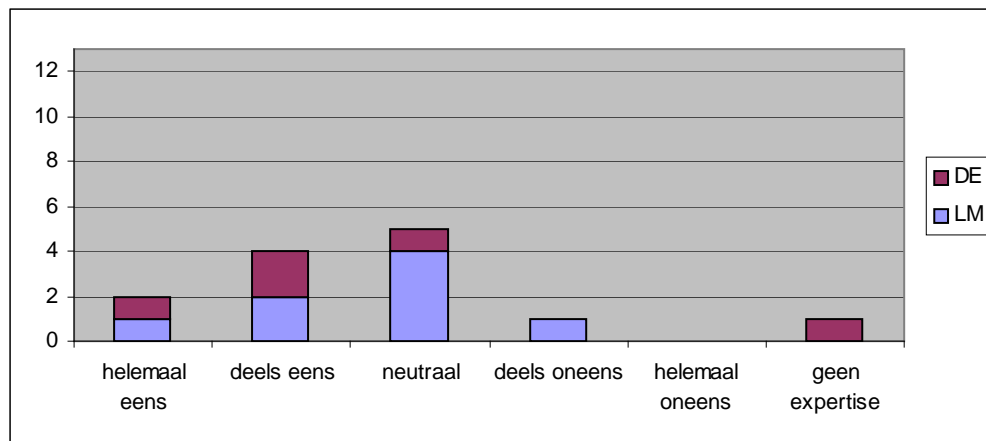
**Toelichting van respondenten:**

Eén duurzaamheidexpert geeft in de toelichting aan dat dit afhangt van de geografische regio.

**Conclusie:** De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**Stelling 24: Het gebruik van rivierwater (indien voorhanden) in koelinginstallaties draagt bij tot het verminderen van het energieverbruik van het laboratorium.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
LM	1	2	4	1	0	0
DE	1	2	1	0	0	1



### Resultaten:

Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens. Twee laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zijn het deels eens. Vier laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn neutraal. Eén laboratoriummanager is het deels oneens en één duurzaamheidexpert geeft aan niet over de geschikte expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

Een duurzaamheidexpert licht toe dat het gebruik van rivierwater sterk afhangt van de beschikbaarheid ervan en dus van de regio waar men zich bevindt. Een laboratoriummanager geeft aan dat het koelwater het rivierwater zal opwarmen, wat nadelig kan zijn voor de lokale rivierfauna. Een andere laboratoriummanager stelt zich vragen bij de praktische uitvoering en de risico's ervan bij overstroming.

Conclusie: De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### ***Welke andere technische maatregelen acht U geschikt om het energiegebruik in laboratoria terug te dringen?***

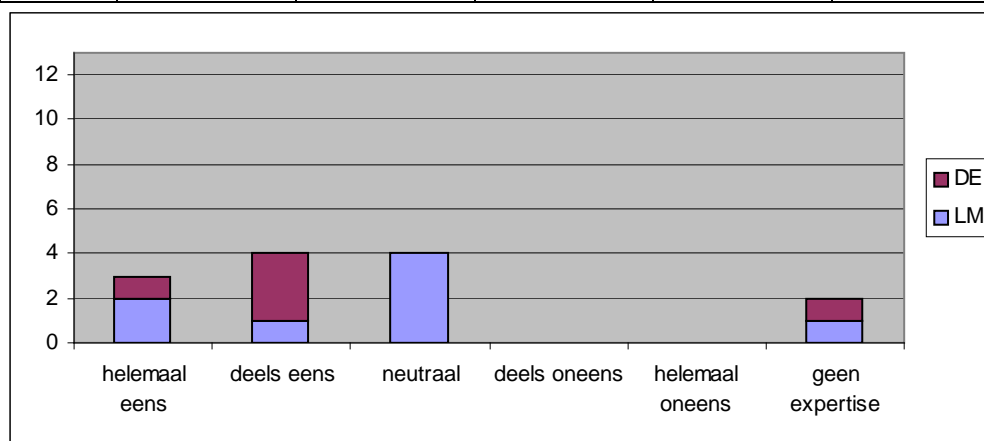
Op deze vragen werden in totaal drie reacties gegeven:

1. Uitvoeren van energieaudits kan helpen om het verbruik in kaart te brengen.
2. Biomassa (bvb. houtpellets) kunnen worden aangewend om de centrale verwarming te stoken (in een "Combined Heat and Power" plant).
3. Een derde suggestie was om timers te gebruiken om de apparatuur aan te zetten.

**C. Maatregelen om het energiegebruik in een chemisch laboratorium te verduurzamen.**  
**C2. Management maatregelen om energie te besparen in een chemisch laboratorium**

***Stelling 25: Het inventariseren van het energieverbruik en het opzetten van een energieboekhouding zijn efficiënte maatregelen om het energieverbruik binnen een laboratorium te beheersen en te verminderen.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	2	1	4	0	0	1
DE	1	3	0	0	0	1



**Resultaten:**

Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager en drie duurzaamheidexperts zijn het er deels mee eens. Vier laboratoriummanagers geven aan neutraal te zijn, terwijl één laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert aangeven niet over de vereiste expertise te beschikken.

**Toelichting van respondenten:**

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

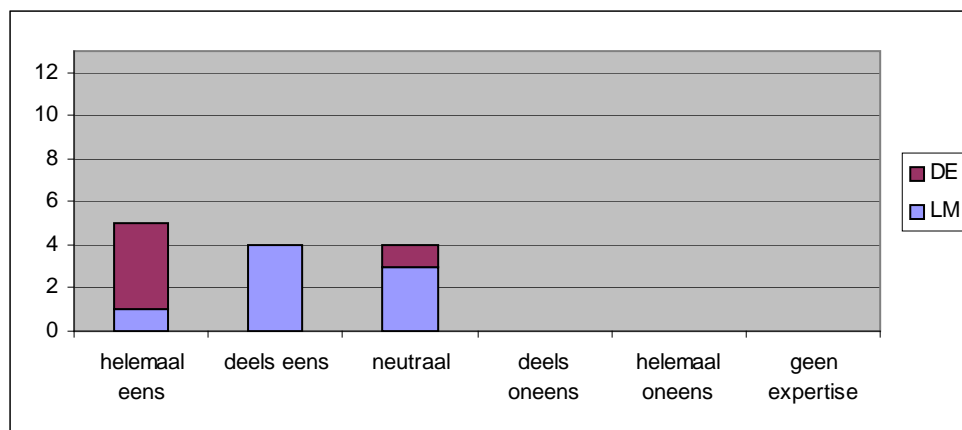
**Conclusie:**

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 26: De kosten voor het vervangen van oudere apparatuur door nieuwe, energie-efficiënte toestellen (bijvoorbeeld koelkasten) wegen niet op tegen de besparingen die optreden door het dalen van de elektriciteitsbehoefte.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
LM	1	4	3	0	0	0
DE	4	0	1	0	0	0

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Vier duurzaamheidexperts en één laboratoriummanager zijn het helemaal eens met deze stelling, en vier laboratoriummanagers zijn het er deels mee eens. Drie laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn neutraal. Niemand is het oneens of geeft aan niet over de juiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

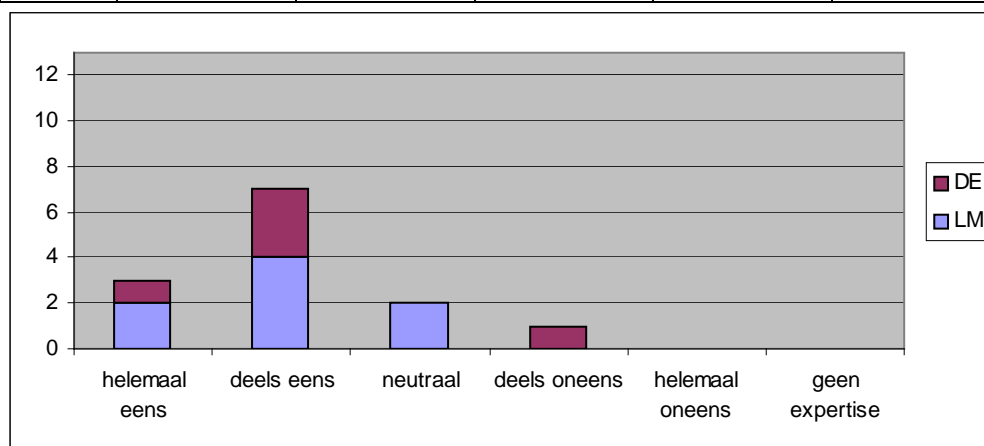
Een laboratoriummanager geeft aan dat universiteiten, die met giften hun werking moeten financieren, niet zomaar zullen overgaan tot vervangen van toestellen wanneer deze nog goed functioneren.

### Conclusie:

Negen van de dertien respondenten zeggen het eens te zijn met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

***Stelling 27: Het opzetten en implementeren van een milieumanagementsysteem (MMS) is een geschikt middel voor efficiënte en rendabele energiebeheersing in het laboratorium.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
LM	2	4	2	0	0	0
DE	1	3	0	1	0	0



Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens, terwijl vier laboratoriummanagers en drie duurzaamheidexperts het deels eens zijn.

Twee laboratoriummanagers zijn neutraal en één duurzaamheidexpert is het deels oneens.

### Toelichting van respondenten:

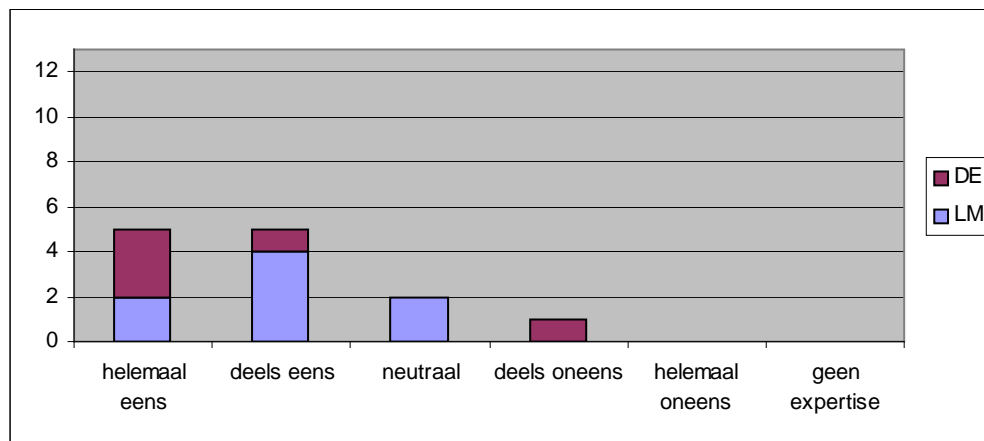
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

Tien van de dertien respondenten zijn het eens met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

***Stelling 28: Het uitvoeren van energie-audits in het laboratorium biedt de mogelijkheid om opties voor energievermindering te detecteren en om te zetten naar concrete, energiebesparende maatregelen.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
LM	2	4	2	0	0	0
DE	3	1	0	1	0	0



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers en drie duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens, terwijl vier laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert het deels eens zijn. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal en één duurzaamheidexpert is het deels oneens.

### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

Tien van de dertien respondenten zijn het eens met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

***Stelling 29: Welke, van de bovengenoemde maatregelen, vindt U het meest effectief?***

Het uitvoeren van energieaudits wordt door 6 van de 13 respondenten als het meest effectief beschouwd. Het vervangen van oude apparatuur vinden 3 van de 13 respondenten het meest effectief. Het invoeren van een milieumanagementsysteem vindt 2 van de 13 van de respondenten weerklank. Slechts één respondent vindt de inventarisatie van het energieverbruik het meest effectief. Eén respondent gaf geen antwoord op deze vraag.

<b>Gekozen maatregel (aflopende volgorde):</b>	<b>aantal</b>
<b>1. Uitvoeren van energy audits</b>	<b>6</b>
LM	3
DE	3
<b>2. Vervangen van oude apparatuur</b>	<b>3</b>
LM	2
DE	1
<b>3. Invoeren van een MMS</b>	<b>2</b>
LM	2
DE	0
<b>4. Inventariseren van het energieverbruik</b>	<b>1</b>
LM	0
DE	1
Geen antwoord door lab. Manager	1

***Welke andere management maatregelen acht U geschikt om het energiegebruik in laboratoria terug te dringen?***

Op deze vraag werd één antwoord ontvangen: Een laboratoriummanager zegt dat energieaudits te verkiezen zijn en geeft eveneens aan dat “real time” energieverbruik meten ook effectief kan werken om datzelfde verbruik te monitoren en zo beter te gaan beheersen.

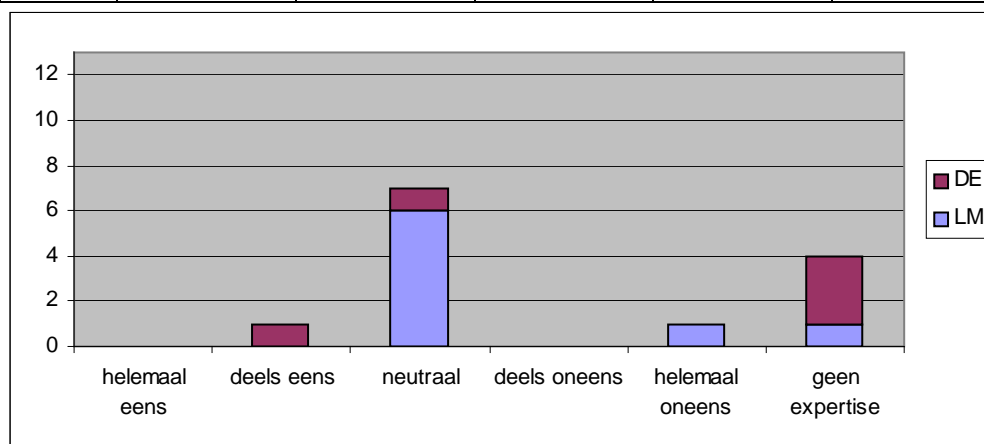


## D. Maatregelen om het chemicaliëngebruik in een chemische laboratorium te verduurzamen

### D1. Vier stappen in het analyseproces waarin mogelijk chemicaliëngebruik kan worden teruggedrongen:

**Stelling 30: Het verminderen van het chemicaliëngebruik is het meest effectief gedurende de bemonsteringsfase.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
LM	0	0	6	0	1	1
DE	0	1	1	0	0	3



#### Resultaten:

Eén laboratoriummanager is het deels eens met de stelling. Zes laboratoriummanagers en één duurzaamheidsexpert geven aan neutraal te zijn. Eén laboratoriummanager is het helemaal oneens en één zegt over onvoldoende expertise te beschikken. Dit laatste geldt ook voor drie duurzaamheidsexperts.

#### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

**Conclusie:** De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### Stelling 31:

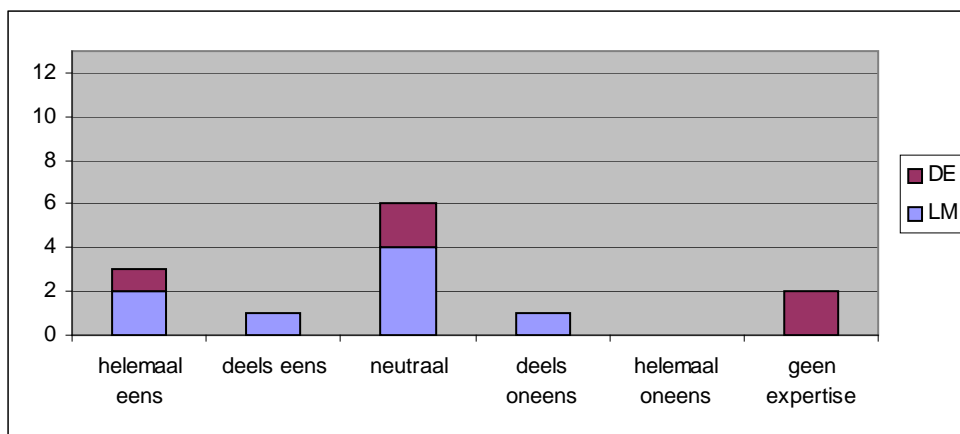
**Het verminderen van het chemicaliëngebruik is het meest effectief gedurende de monstervoorbereidingsfase.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	2	1	4	1	0	0
DE	1	0	2	0	0	2

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager is het er deels mee eens. Vier laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zijn neutraal. Twee duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

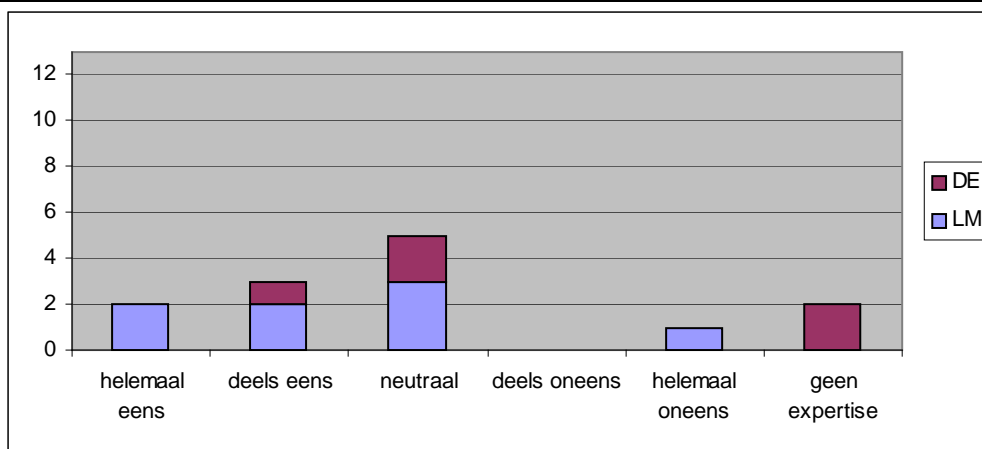
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### ***Stelling 32:***

***Het verminderen van het chemicaliëngebruik is het meest effectief gedurende de extractiefase.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
LM	2	2	3	0	1	0
DE	0	1	2	0	0	2



## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het er deels mee eens. Drie laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zijn neutraal. Eén laboratoriummanager is het helemaal oneens terwijl twee duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

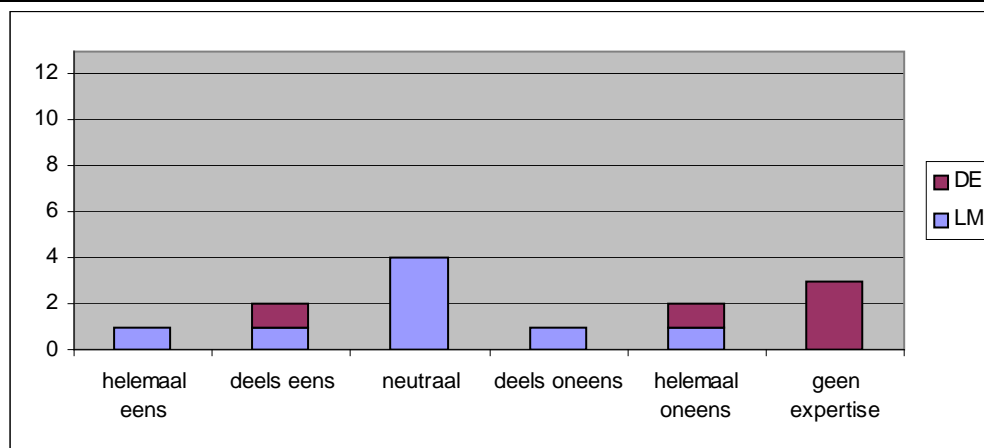
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### **Stelling 33:**

***Het verminderen van het chemicaliëngebruik is het meest effectief tijdens de kwantificeringsfase.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
LM	1	1	4	1	1	0
DE	0	1	0	0	1	3



### Resultaten:

Eén laboratoriummanager is het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het er deels mee eens. Vier laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén laboratoriummanager is het er deels en één is het er helemaal oneens mee. Drie duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

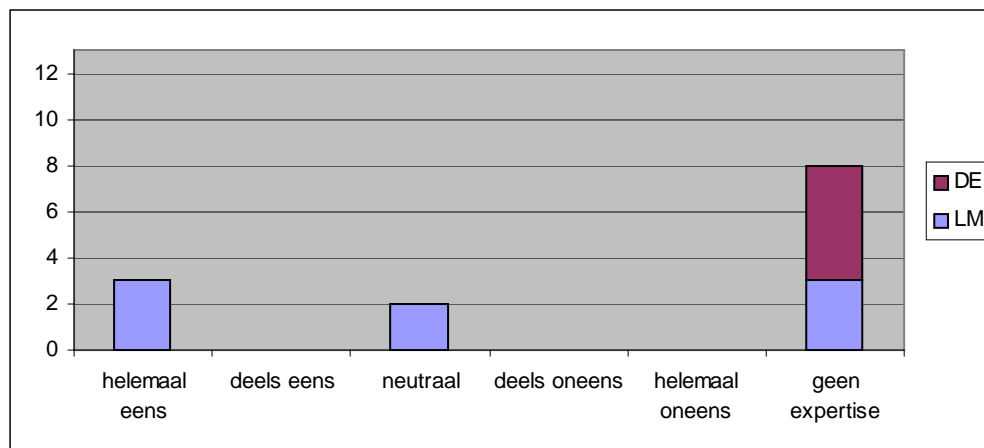
### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### D2. Alternatieve technieken voor chemicaliën tijdens de extractiestap van het analyseproces: welke van de onderstaande technieken zijn een geschikt alternatief tijdens de extractiestap?

#### Stelling 34: Microwave-assisted extraction (MAE)

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
LM	3	0	2	0	0	3
DE	0	0	0	0	0	5



#### Resultaten:

Drie laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Drie laboratoriummanagers en vijf duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

#### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

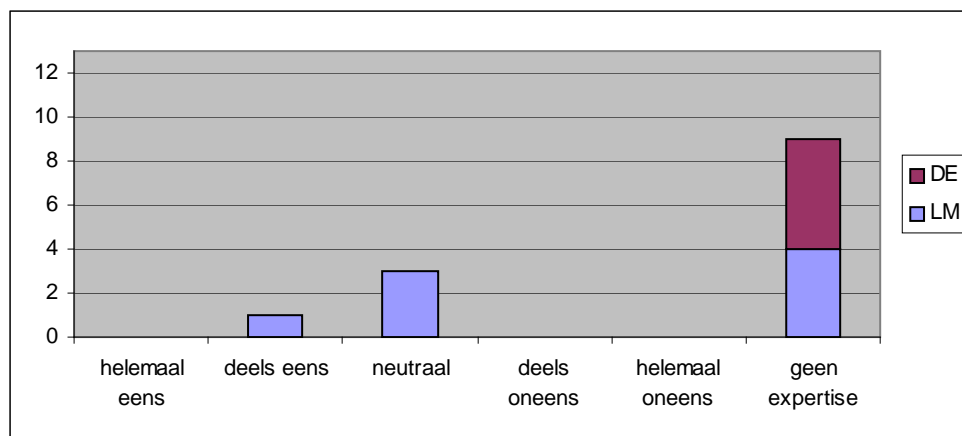
#### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

#### Stelling 35: Ultrasound assisted extraction (UAE)

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
LM	0	1	3	0	0	4
DE	0	0	0	0	0	5

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Eén laboratoriummanager is het deels eens met de stelling. Drie laboratoriummanagers zijn neutraal. Vier laboratoriummanagers en vijf duurzaamheidsexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

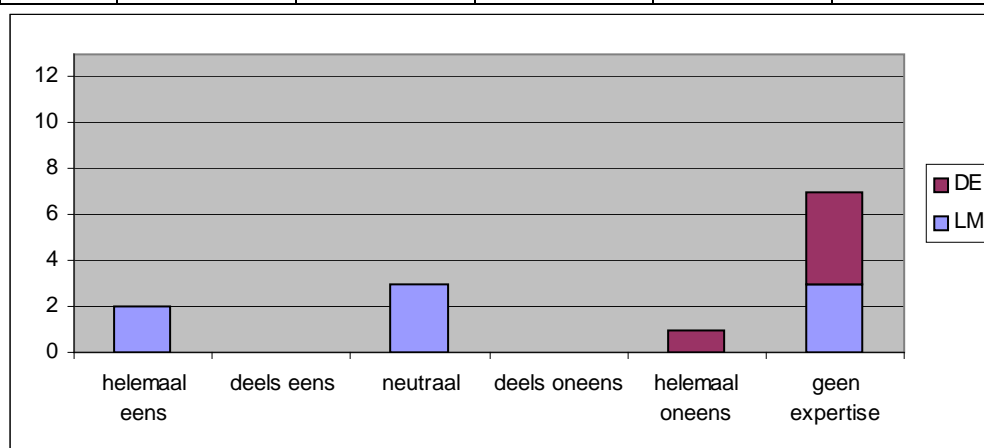
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### Stelling 36: Supercritical fluid extraction (SFE)

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>
LM	2	0	3	0	0	3
DE	0	0	0	0	1	4



## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling. Drie laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén duurzaamheidsexpert is het helemaal oneens met de stelling. Drie laboratoriummanagers en vier duurzaamheidsexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

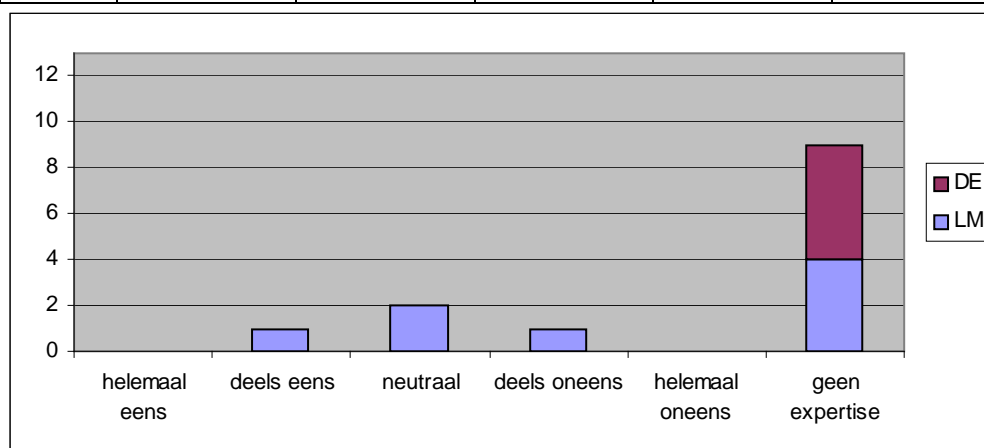
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### *Stelling 37: Pressurized fluid extraction (PFE)*

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
LM	0	1	2	1	0	4
DE	0	0	0	0	0	5



### Resultaten:

Eén laboratoriummanager is het deels eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén laboratoriummanager is het deels oneens. Vier laboratoriummanagers en vijf duurzaamheidsexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

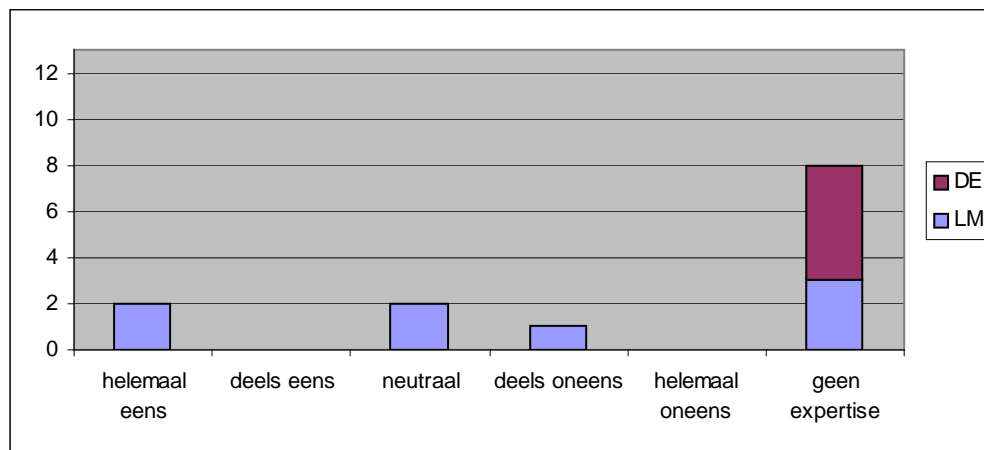
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### Stelling 38: Solid phase extraction (SPE)

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
LM	2	0	2	1	0	3
DE	0	0	0	0	0	5



#### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén laboratoriummanager is het deels oneens. Drie laboratoriummanagers en vijf duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

#### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

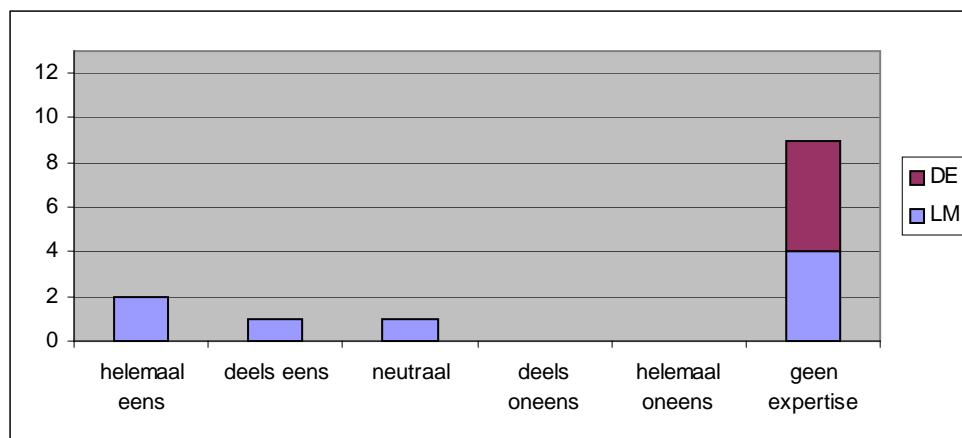
#### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### Stelling 39: Liquid phase microextraction (LPME)

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
LM	2	1	1	0	0	4
DE	0	0	0	0	0	5

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager is het deels eens. Eén laboratoriummanager is neutraal. Vier laboratoriummanagers en vijf duurzaamheidsexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

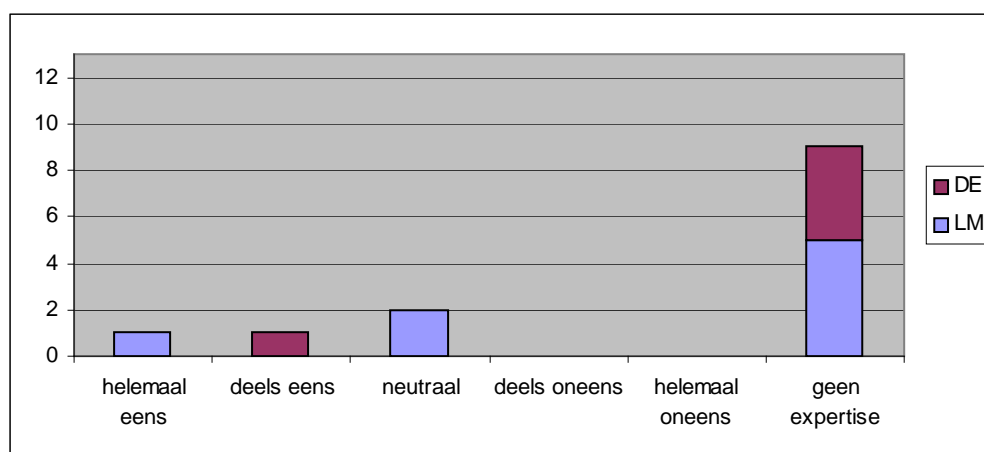
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### *Stelling 40: Single-drop microextraction (SDME)*

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>
LM	1	0	2	0	0	5
DE	0	1	0	0	0	4





## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Eén laboratoriummanager is het helemaal eens met de stelling en één duurzaamheidsexpert is het deels eens. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Vijf laboratoriummanagers en vier duurzaamheidsexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

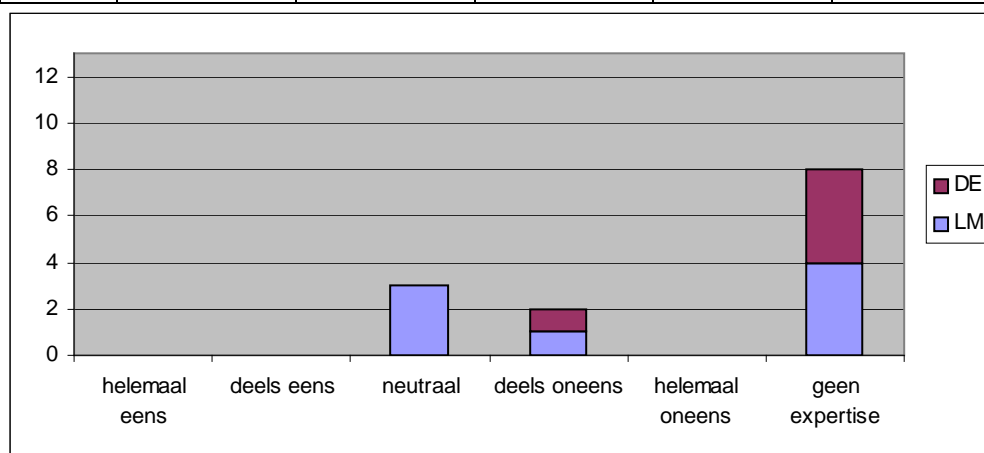
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### *Stelling 41: Cloud point extraction (CPE)*

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
LM	0	0	3	1	0	4
DE	0	0	0	1	0	4



### Resultaten:

Drie laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidsexpert zijn het deels oneens. Vier laboratoriummanagers en vier duurzaamheidsexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

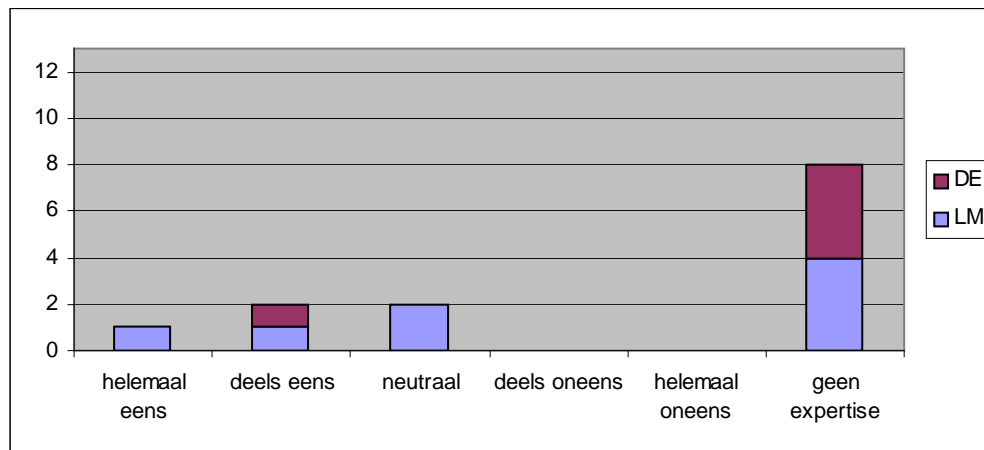
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### Stelling 42: Head space analysis

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>
LM	1	1	2	0	0	4
DE	0	1	0	0	0	4



#### Resultaten:

Eén laboratoriummanager is het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidsexpert is het deels eens. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Vier laboratoriummanagers en vier duurzaamheidsexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

#### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

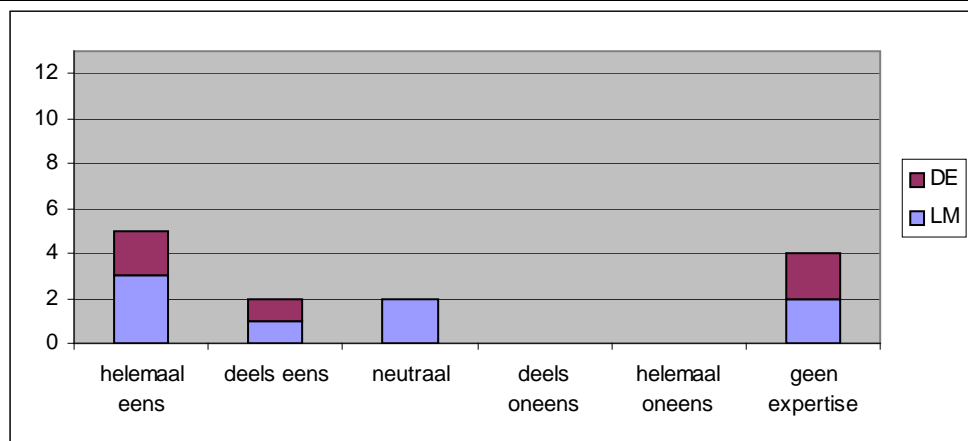
#### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**D3. Onderstaande maatregelen zijn geschikte alternatieven om het chemicaliëngebruik tijdens de kwantificeringsstap van het analyseproces terug te dringen**

**Stelling 43: "miniaturized analytical systems"**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
LM	3	1	2	0	0	2
DE	2	1	0	0	0	2



**Resultaten:**

Drie laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het deels eens. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Twee laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

**Toelichting van respondenten:**

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

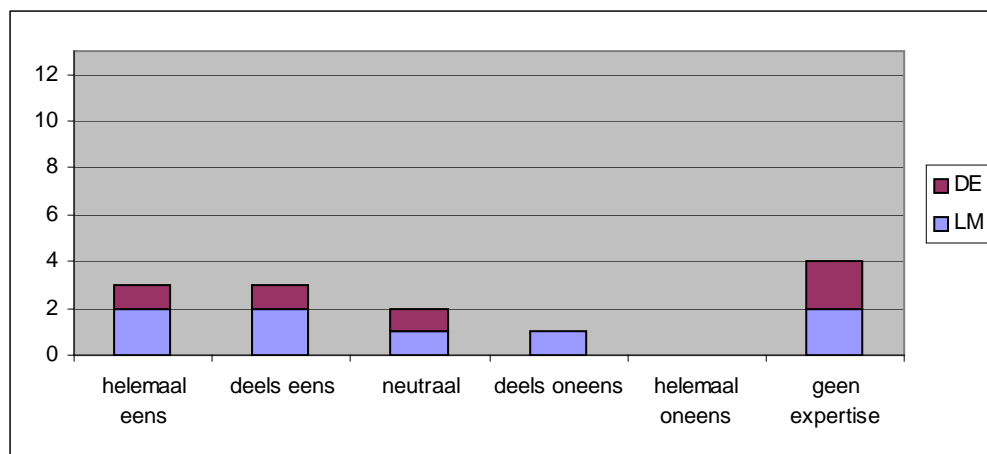
**Conclusie:**

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**Stelling 44: gecombineerde monstervoorbereiding én analytextractie**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
LM	2	2	1	1	0	2
DE	1	1	1	0	0	2

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het deels eens. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn neutraal. Twee laboratoriummanagers en twee duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

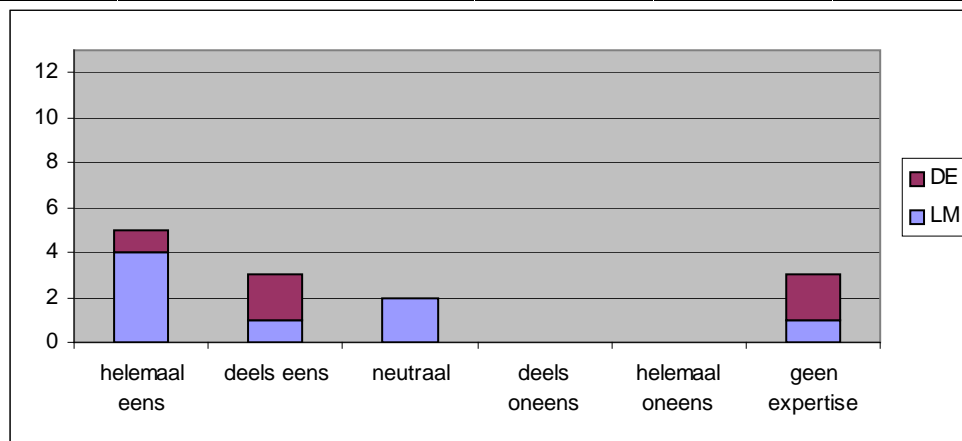
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### Stelling 45: verhogen van de selectiviteit van de analysemethode

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
LM	4	1	2	0	0	1
DE	1	2	0	0	0	2



## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Resultaten:

Vier laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager en twee duurzaamheidexperts zijn het deels eens. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén laboratoriummanager en twee duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

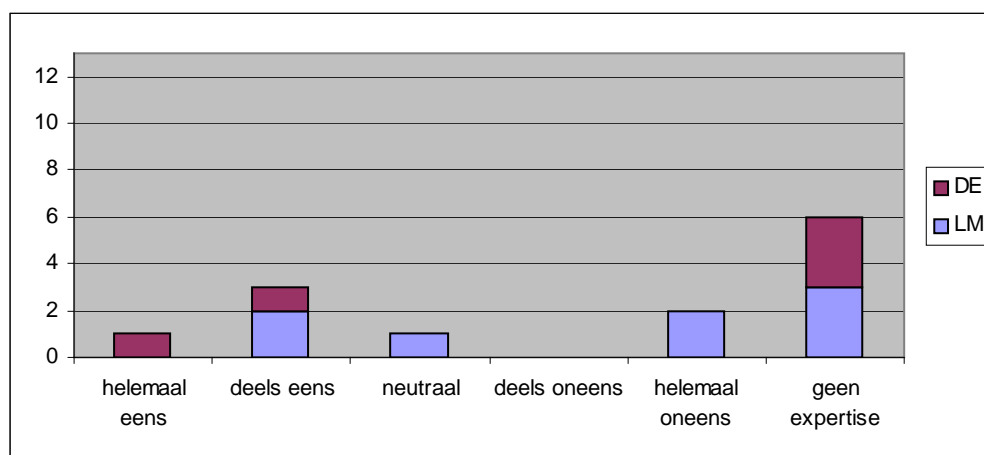
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

Acht van de dertien respondenten zeggen het eens te zijn met de stelling, die daarmee wordt bevestigd.

### ***Stelling 46: derivatisering van de analytmolecule alvorens kwantificering plaatsvindt.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
LM	0	2	1	0	2	3
DE	1	1	0	0	0	3



### Resultaten:

Eén duurzaamheidexpert is het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn het deels eens. Eén laboratoriummanager is neutraal. Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal oneens. Drie laboratoriummanagers en drie duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

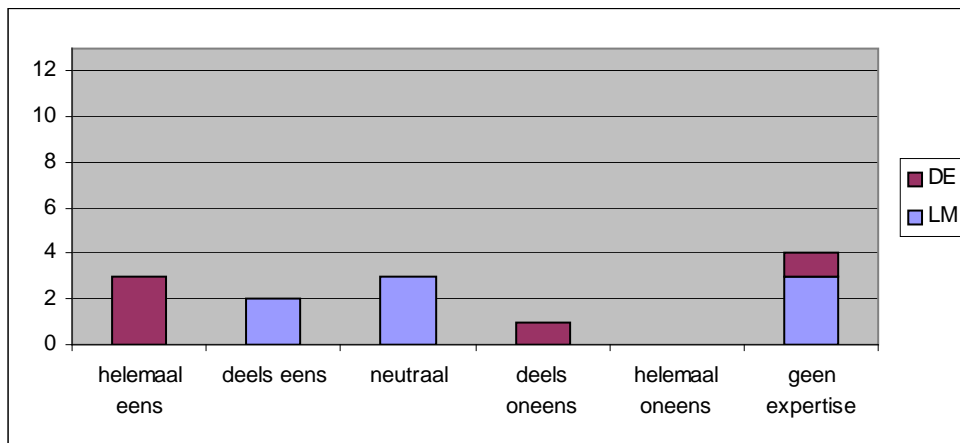
Een laboratoriummanager geeft aan in de toelichting dat derivatisering net meer chemicaliën vereist.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### *Stelling 47: "in-line waste management"*

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
LM	0	2	3	0	0	3
DE	3	0	0	1	0	1



#### Resultaten:

Drie duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers zijn het deels eens. Drie laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén duurzaamheidexpert is het deels oneens. Drie laboratoriummanagers en één duurzaamheidexperts geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

#### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

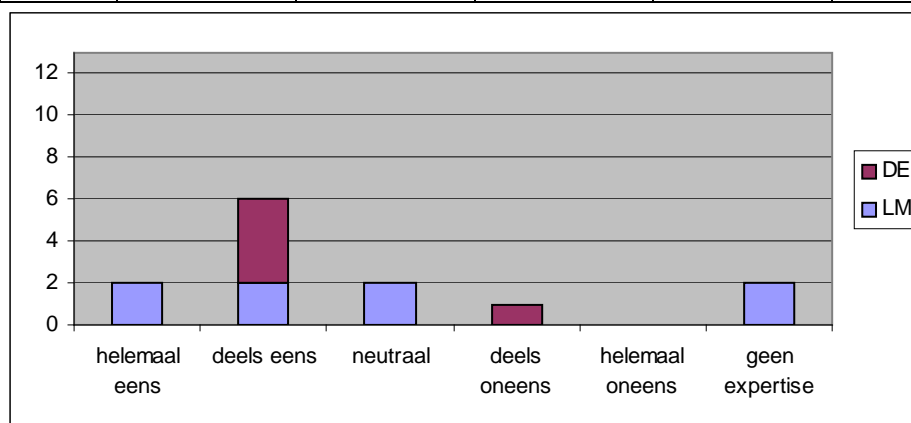
#### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

**E. De rol van een milieumanagementsysteem in het verduurzamen van een chemisch laboratorium.**

**Stelling 48: Het opzetten en implementeren van een milieumanagementsysteem (MMS) is een goede aanzet tot het meetbaar maken van duurzaamheid binnen een chemisch laboratorium.**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	2	2	2	0	0	2
DE	0	4	0	1	0	0



**Resultaten:**

Twee laboratoriummanagers zijn het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers en vier duurzaamheidexperts zijn het deels eens. Twee laboratoriummanagers zijn neutraal. Eén duurzaamheidexpert is het deels oneens. Twee laboratoriummanagers geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

**Toelichting van respondenten:**

Eén laboratoriummanager verwijst naar de internationale standaarden die bepaalde analysemethoden dwingend voorschrijven als obstakel om een milieumanagementsysteem in te voeren. Een duurzaamheidexpert wijst op het preventieve karakter van een MMS.

**Conclusie:**

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

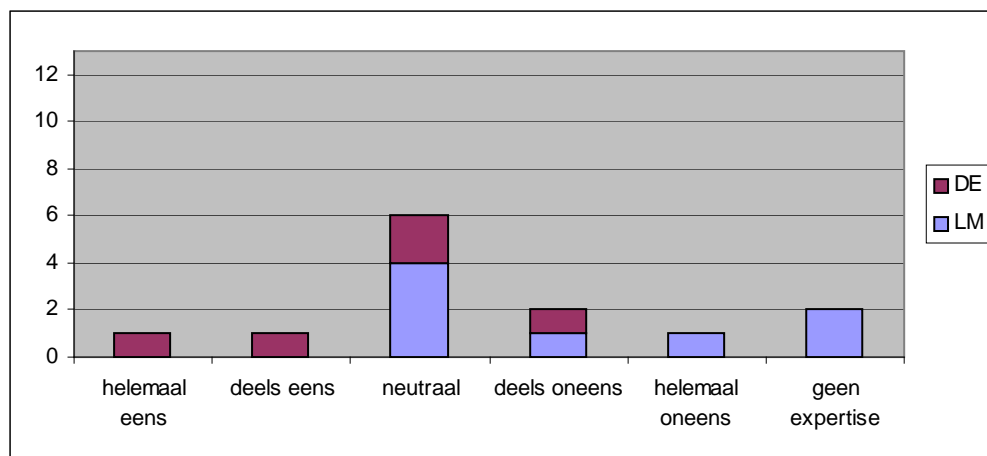
**Stelling 49: De wetgeving is bepalend voor het duurzamer maken van bedrijfsprocessen in het chemische lab: een MMS verandert daar weinig aan**

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
LM	0	0	4	1	1	2
DE	1	1	2	1	0	0

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik

## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête



### Resultaten:

Eén duurzaamheidsexpert is het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager is het deels eens. Vier laboratoriummanagers en twee duurzaamheidsexperts zijn neutraal. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidsexpert zijn het deels oneens. Eén laboratoriummanager is het helemaal oneens. Twee laboratoriummanagers geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

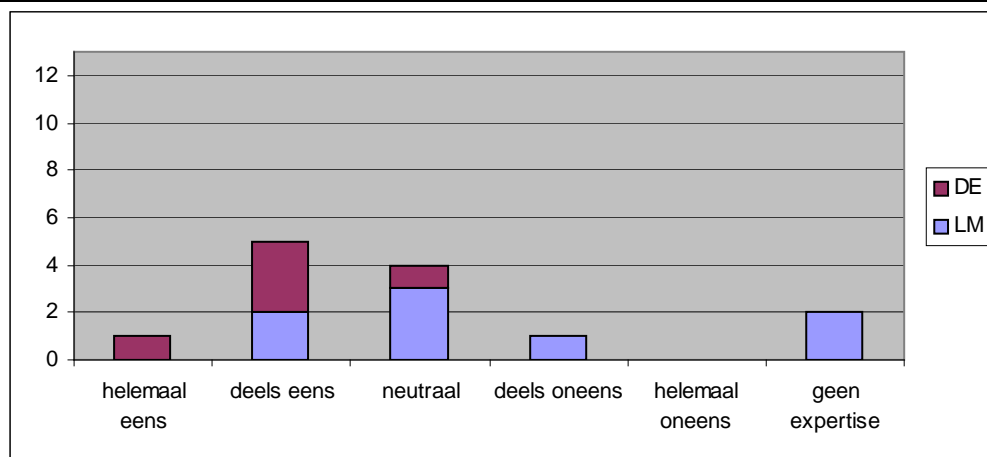
Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 50: Een MMS heeft voornamelijk een administratieve rol: zelfs als een laboratorium een MMS heeft ingevoerd, kan het nog steeds onduurzaam zijn.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	0	2	3	1	0	2
DE	1	3	1	0	0	0



Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik



### Resultaten:

Eén duurzaamheidexpert is het helemaal eens met de stelling. Twee laboratoriummanagers en drie duurzaamheidexperts zijn het deels eens. Drie laboratoriummanagers en één duurzaamheidexpert zijn neutraal. Eén laboratoriummanager is het deels oneens. Twee laboratoriummanagers geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

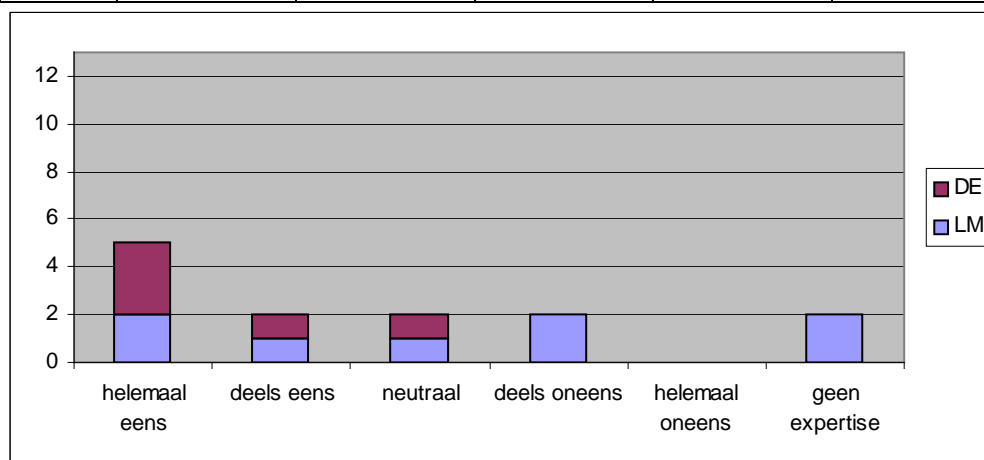
Een laboratoriummanager zegt in de toelichting dat zelfs met een minimum aan administratieve last, het voor een laboratorium toch een uitdaging blijft om duurzaam te werken.

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

### ***Stelling 51: Een MMS heeft pas zin als het gekoppeld is aan een kwaliteits- en ARBO-systeem (KAM-systeem).***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	2	1	1	2	0	2
DE	3	1	1	0	0	0



### Resultaten:

Twee laboratoriummanagers en drie duurzaamheidexperts zijn het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn het deels eens. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidexpert zijn neutraal. Twee laboratoriummanagers zijn het deels oneens. Twee laboratoriummanagers geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

Een laboratoriummanager zegt in de aanvullende toelichting dat ook wanneer een MMS niet aan een kwaliteits- en ARBO-systeem gekoppeld is, dit toch zin heeft.

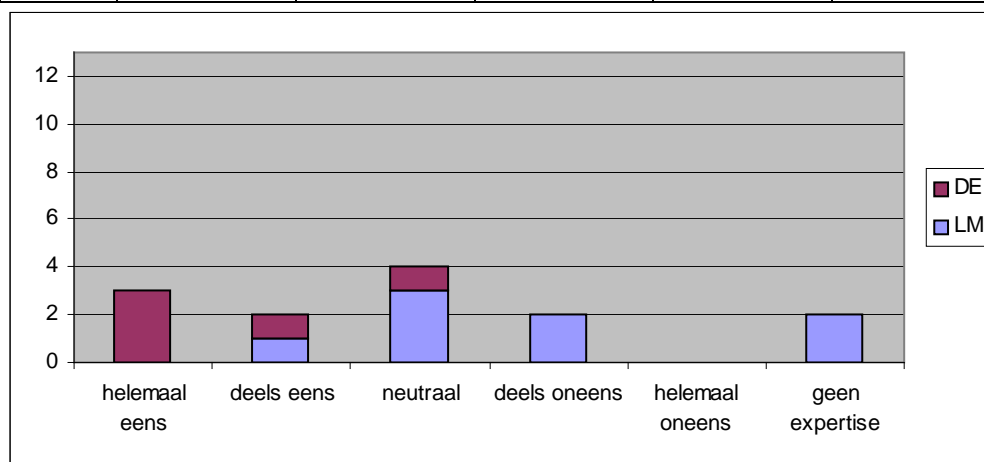
## BIJLAGE 15 – Resultaten van de onderzoekenquête

### Conclusie:

De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

***Stelling 52: Een MMS heeft pas zin wanneer het periodiek door een certificerende instantie wordt ge-audit.***

	helemaal eens	deels eens	neutraal	deels oneens	helemaal oneens	geen expertise
	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal	aantal
<b>Totaal</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
LM	0	1	3	2	0	2
DE	3	1	1	0	0	0



### Resultaten:

Drie duurzaamheidsexperts zijn het helemaal eens met de stelling. Eén laboratoriummanager en één duurzaamheidsexpert zijn het deels eens. Drie laboratoriummanagers en één duurzaamheidsexpert zijn neutraal. Twee laboratoriummanagers zijn het deels oneens. Twee laboratoriummanagers geven aan niet over de vereiste expertise te beschikken.

### Toelichting van respondenten:

Er werd door niemand van de respondenten een toelichting gegeven.

**Conclusie:** De laboratoriummanagers en de duurzaamheidsexperts hebben tegenovergestelde meningen waardoor er geen duidelijke conclusie kan worden getrokken. De stelling wordt noch bevestigd, noch verworpen.

## BIJLAGE 16 - Respondentenlijst

Naam	Voornaam	Functie	Instituut of bedrijf	Expertcategorie
Rowley	John	Graduate Student Chemistry	Johns Hopkins University	Laboratorium management
Klein	Ileleji	Associate Professor and Extension Engineer	Purdue University	Sustainability expert
Radoslav	Bozov	Chemical Biologist	University of Virginia	Sustainability expert
Armstrong	Brenda	Environmental Affairs Manager	Yale University	Sustainability expert
Wiberg	Chris	Chief Operations Officer	Twin Ports Testing, Inc.	Laboratorium management
Kotlas	Maureen	Director of Environmental Health and Safety	Harvard University	Sustainability expert
Marshall	Megan	Research Associate - Agricultural and Biological Eng.	Penn State University	Laboratorium management
Davis	Jim	Corporate Lab Leader	Owens Corning	Laboratorium management
Hanton	Scott	Lab Manager	Intertek ASA	Laboratorium management
Franken	Gerard	Head of R&D Department	TLR International Laboratories	Laboratorium management
Clerinx	Marleen	Environmental Coordinator	Universiteit Antwerpen	Sustainability expert
Van Damme	Daphne	Quality and lab Manager	Lab Zeeuws-Vlaanderen	Laboratorium management
Striefel	Brian	Lab Manager	Dakota Gasification	Laboratorium management

Duurzaam ondernemen in het chemisch laboratorium:

beleidsonderzoek naar de rol van een milieumanagementsysteem in het reduceren van energie en chemicaliëngebruik